

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2011

ONDŘEJ NÁVRAT

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroniky

**Modernizace laboratorních úloh s programovatelným
automatem Simatic S7**
Modernization of Laboratory Tasks with PLC Simatic S7

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Václavu Sládečkovi Ph.D. za velmi cenné technické připomínky a rady.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá použitím programovatelných automatů v technice elektrických pohonů. V následujících částech práce jsou vysvětleny všechny relevantní informace a termíny, které jsou nezbytné pro pochopení problematiky programovatelných automatů a sběrnice PROFIBUS. Použití je demonstrováno na kombinaci PLC Simatic S7 firmy Siemens AG a frekvenčního měniče, vyráběného společností SEW-EURODRIVE. Řízení měniče je zajištěno pomocí sběrnice PROFIBUS. PROFIBUS, je typem sběrnice, která se používá v moderních průmyslových zařízeních.

Abstract

This diploma theses dissert upon using programmable logic controllers in technique of electrical drives. There are explained all relevant information and terms, in following parts of this theses, which are nessesary to understand the issues of programmeble logic controllers and communication via PROFIBUS. The usage is demonstrated in combination of Siemens AG Simatic S7 PLC and frequency converter from the SEW-EURODRIVE company. The control of the converter is established by a PROFIBUS. PROFIBUS is a type of bus which is used in modern industrial solution.

Klíčová slova

pohon, měnič, frekvenční měnič, PLC, automat, sběrnice, PROFIBUS, Siemens, SEW-EURODRIVE, Simatic, S7, PROFIBUS-DP, PROFIdrive, MOVIDRIVE, MDX61B, DFP21B, RS485, MOVITOOLS, SCL

Key words

drive, converter, frequency converter, PLC, automatic machine, bus, PROFIBUS, Siemens, SEW-EURODRIVE, Simatic, S7, PROFIBUS-DP, PROFIdrive, MOVIDRIVE, MDX61B, DFP21B, RS485, MOVITOOLS, SCL

Seznam použitých symbolů a zkratek :

CPU	Central Processing Unit Centrální procesorová jednotka
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection Nedeterministická metoda přístupu na médium pomocí naslouchání nosné, vícenásobného přístupu a následné detekce kolize
Ethernet	Počítačová síť založení na CSMA/CD přístupové metodě
FBD	Function Block Diagram Programovací jazyk využívající diagramů funkčních bloků
GSD	Přípona standardizovaného souboru určeného pro určení parametrů a komunikačních vlastností zařízení
HMI	Human Machine Interface Rozhaní člověk-stroj
IEC 61131-3	Standard pro programování PLC
IEC 61158-2	Standard procesní automatizace
LD	Ladder Logic Programovací jazyk releových schémat
!LOGO	Malé, kompaktní zařízení třídy PLC od společnosti Siemens AG
MAC	Media Access Control Řízení přístupu na médium
Master	Nadřazené zařízení
MBP	Manchester Coded Bus Powered Manchesterské kódování a napájení v rámci jedné sběrnice
MCU	Mirco Controller Unit Mikrořadičová/Mikropočítačová jednotka
MMC	Micro Memory Card Typ paměťové karty
MOVIDRIVE®	Třída měničů vyráběných firmou SEW-EURODRIVE
MOVILINK®	Parametrizační kanál měničů MOVIDRIVE®komunikujících přes PROFIBUS
MOVITOOLS®	Software pro nastavení a diagnostiku dodávaný firmou SEW-EURODRIVE
NRZ	Non Returned to Zero Metoda kódování, bez návratu k nulové hodnotě

OSI	Open System Interconnection Definice sedmivrstvého otevřeného systému pro výměnu informací
PC	Personal Computer Osobní počítač
PLC	Programmable Logic Controller Programovatelný logický automat
PROFIBUS	Process Field Bus Průmyslová komunikační sběrnice
PROFIBUS-DP	PROFIBUS-Decentralized Perifery Varianta sběrnice PROFIBUS pro komunikaci řídicího systému se vzdálenými decentralizovanými periferiemi
PROFIBUS-PA	PROFIBUS-Process Automation Varianta sběrnice PROFIBUS zaměřená na procesní automatizaci
PROFIdrive	Profil pro sběrnici PROFIBUS orientovaný na techniku elektrických pohonů
PROFINET	Otevřený průmyslový komunikační standard založený na Ethernetu
PROFIsafe	Bezpečnostně orientovaný profil pro sběrnici PROFIBUS
RM	Referenční model
RS485	Sériová komunikační linka pro větší vzdálenosti s přenosem dat založeným na diferenci signálů
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition Zařízenní pro nadřazené ovládání a sběr dat
SCL	Structured Control Language Vyšší programovací jazyk PLC určený pro komplexnější úlohy
Simatic S7	Modulární zařízení třídy PLC od společnosti Siemens AG
Slave	Podřízené zařízení
STEP 7	Integrované vývojové prostředí pro PLC od společnosti Siemens AG
STL	Structured Text Language Strukturovaně textový programovací jazyk
v/v	Označení vstupů/výstupů

Obsah

1 Úvod

V technice elektrických pohonů se v praxi čím dál častěji setkáváme s řízením programovatelnými automaty. Tato zařízení se dnes podílejí na decentralizovaném řízení různých technologických procesů, na které jsou tyto pohony vázány. S rozvojem mikroelektroniky se tyto automaty postupně staly náhradou releových automatů, které dnes předčí zejména svým výkonem, schopnostmi i spolehlivostí. Tyto předpoklady dělají z programovatelných automatů ideální zařízení, které lze umístit do provozu a která mohou být velice stabilně provozována po velmi dlouhou dobu. Obvyklé řízení je nahrazováno inteligentními řídicími metodami, které využívají sběrnic a tak je možné spravovat více zařízení na jedné sběrnici na velké vzdálenosti. Programovatelné automaty jsou vybavovány komunikačními rozhraními a dalšími moduly, které výrazně překračují hranice pouhé náhrady releových automatů.

Tato diplomová práce je věnována problematice programovatelných automatů a jejich využití v technice elektrických pohonů. První část je zaměřena na seznámení se s problematikou programovatelných automatů, s jejich výhodami i nevýhodami. Prostřední část této práce se zabývá sběrnici PROFIBUS, která se používá pro řízení měničů aplikovaných v pohonové technice. Poslední část je věnována řešení praktických aplikací, na kterých je ověřena funkčnost a postup realizace systému, založeném na programovatelném automatu a měniči frekvence.

2 Charakterizace PLC

Programovatelný logický automat PLC (Programmable Logic Controller) je průmyslový počítač pro automatizaci procesů v reálném čase, tj. řízení strojů nebo výrobních technologií. PLC je charakteristické vykonáváním programu v cyklech. Zkratka PLC je celosvětově uznávaným výrazem pro tato zařízení, v poslední době se ale stále častěji začíná o těchto zařízeních mluvit jako o PAC (Programmable Automation Controller).

PLC jsou přímo uzpůsobeny technologickým procesům jak z hlediska použitých periférií, tak z hlediska použitých napájecích napětí i struktury vykonávání programu v cyklech. Periferie tvoří převážně digitální a analogové vstupy a výstupy. V průmyslu se osvědčilo i použití dalších rozšiřujících periférií, které plní specifickou funkci ovládání určitého procesu či komunikace. Tyto periferie se označují jako funkční moduly. Jejich základními představiteli jsou například moduly pro polohování, komunikační procesory pro sběr a přenos dat či další specifické moduly podle požadavků na celkový systém. PLC jsou vhodné pro řízení klasických průmyslových i ostatních úloh. Využití nalézají zejména tam, kde se vyskytují vysoké nároky na spolehlivost zařízení. V běžných automatizačních úlohách se tato zařízení používají nejčastěji.

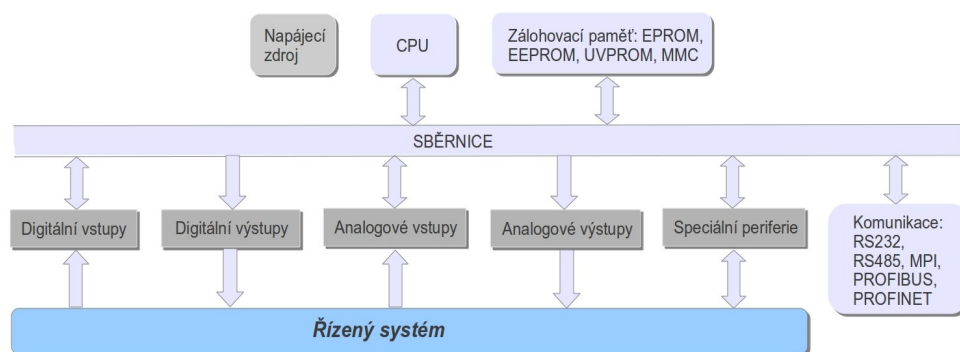
Hlavní charakteristiky programovatelných automatů

Výhody:

- Rychlá realizace - uživatel nemusí vyvíjet technické vybavení, stačí objednat potřebný modul
- Spolehlivost, odolnost, diagnostika
- Snadná přizpůsobitelnost řešení - uplatnění zejména při nekončících změnách v zadání
- Schopnost komunikace

Nevýhody:

- Prodloužení odezvy - závislost na rychlosti CPU a délce aktivní větve programu
- Nespojitosť v čase - PLC pracuje cyklicky, časově nespojitě, uvnitř intervalu mezi okamžiky aktivace systém nereaguje na změnu vstupních hodnot
- posloupnost zpracování - program je vykonáván v pořadí, v jakém je napsán



Obrázek 1: Blokové schéma PLC

Rozdělení PLC podle konstrukčního hlediska:

- Podle výkonnosti
- Podle aplikační oblasti
- Podle venkovního provedení(krytí)
- Podle počtu vstupů/výstupů
- Podle konstrukce

Z hlediska konstrukce PLC se tyto dělí do skupiny „kompaktních“ a „modulárních“ systémů.

- Modulární systém je systém, ve kterém jsou jednotlivé komponenty rozděleny do modulů. Celý systém PLC se potom skládá z modulů: zdroje, CPU, vstupů/výstupů, funkčních modulů. Modulární systém je možno dále rozšiřovat, a to v nepoměrně větším rozsahu než u kompaktních systémů.
- Kompaktní systém v jednom modulu obsahuje CPU (Central Procesor Unit), digitální a analogové vstupy/výstupy a základní podporu komunikace, v některých případech i zdroj. Rozšiřitelnost kompaktních systémů je omezena.

Cílem prvních PLC byla náhrada reléových automatů. Jejich funkce byla omezena na vykonávání binární logiky řízení, postupem času a rozvojem polovodičových součástek se rozšiřovala i škála schopností těchto systémů. Dnes jsou schopny PLC provádět operace zahrnující oblasti zpracování analogových signálů, výpočty v pevné i v plovoucí řádové čárce, archivaci dat, tisk, či komunikaci s jinými systémy atd. Je nutno podotknout, že zvláště u matematických výpočtů jsou systémy založené na nízko, případně středně výkonných PLC, výrazně pomalejší než systémy založené na MCU, ne-li na DSP. Pro řízení, např. technologických procesů, tato rychlost však plně dostačuje. PLC tak plní funkci nadřazeného systému nad např. na MCU založeným zařízením.



Obrázek 2: Modulární systém Simatic S7 300



Obrázek 3: Kompaktní systém LOGO!

2.1 Trendy PLC

2.1.1 Komunikace PLC

S automatizační technikou je úzce spjata technika komunikační. Komunikace je zásadní pro spojení řídicích prvků s jejich periferiemi. Zde se v poslední době objevují dva zásadní trendy. Jedná se o koncepci distribuce a koncepci integrace.

2.1.1.1 Integrované systémy

Integrované řídicí systémy vznikají sdružováním řídicích systémů, které dosud pracovaly samostatně. Na nejvyšší úrovni vznikají integrované systémy tak, že se do informačních počítačových sítí připojí i počítače, které sloužily doposud jen pro potřeby řízení, dispečerská stanoviště, velíny a monitorovací systémy. Jednotlivá zařízení se tak sdružují do řídicích a informačních systémů. Do sítě, tvořené některou z průmyslových sběrnic (např. PROFIBUS, Ethernet, ASI, CAN), bývají zapojovány i řídicí systémy nižší úrovně, které doposud pracovaly nezávisle. Spojení bývá víceúrovňové a hierarchické.

2.1.1.2 Distribuované systémy

Funkce, které běžně provádí jediný řídicí systém (např. modulární PLC se stovkami v/v), realizuje v distribuovaném systému soubor podsystémů (např. desítky malých kompaktních PLC s několika v/v). Každý z podsystémů má svou "lokální inteligenci", "lokální kompetenci" a řeší své lokální problémy. Informace globálního charakteru, týkající se společného fungování celého systému, jsou předávány komunikační linkou ostatním podsystémům. Stále častěji se v aplikacích využívá nejnižší komunikační úroveň, na kterou se připojují prvky dosud považované za pasivní: inteligentní senzory, akční členy a pohony. Pro jejich připojení se někdy používají průmyslové sběrnice pro spojení systémů (např. PROFIBUS, CAN), existují ale i sběrnice pro nejnižší úroveň a specificky určené k tomuto účelu (ASI, Device NET, M-Bus apod.).

2.1.2 Sdružování funkcí

Systémy postavené na zařízeních třídy PLC jsou charakteristické programovatelností a variabilitou výstavby, což těmto systémům propůjčuje schopnosti jako je univerzálnost či přizpůsobivost danému problému. Již neplatí, že PLC řeší jen logické úlohy, zatímco ke zpracování analogových veličin se využívají specializované regulátory. PLC dnes zvládne oba typy úloh (mimo jiné). Program PLC může realizovat a ošetřit logické vazby, které jsou při použití specializovaných (uzavřených) přístrojů nedostupné, např. regulace teploty, vlhkosti, kvality spalování, minimalizace spotřeby atd..

2.1.3 Možnost implementace umělé inteligence

Mnohé prostředky umělé inteligence jsou dnes dostupné pro běžné automatizační prostředky, někdy i pro spotřební produkty. PLC od renomovaných výrobců disponují např. adaptérem pro operace ve fuzzy logice. Použití fuzzy logiky může být daleko širší a prostší, než se všeobecně uvádí. Velmi perspektivním aplikačním oborem je například diagnostika a zabezpečovací technika nebo technika regulace pohonů.

2.1.4 Bezpečnost a spolehlivost

Automatizační technika je využívána hlavně pro její předpokládanou spolehlivost. PLC jsou konstruovány s ohledem na maximální spolehlivost a odolnost proti rušení. Poruchovost PLC bývá zanedbatelná, obvykle pod úrovní poruchovosti běžných periferních prvků. Přesto je při návrhu systému a jeho programování třeba dodržet jisté zásady, které mohou případné poruchy eliminovat. Nejčastější příčinou kolapsu tohoto systému jsou změny technologického stavu objektu, např. uvolněné spoje, prodření, přehřátí, ucpání, změna parametrů vlivem stárnutí apod.

Mnohdy je příčinou poruch i "lidský faktor". Stále častěji je proto požadován bezobslužný provoz. Řídicí systém však v takovémto případě musí být schopen rozeznat i poruchové stavy, které by obsluha rozpoznala svými smysly. Technická diagnostika, která se dá pomocí PLC realizovat, se tak stává neoddělitelnou součástí automatizační techniky.

2.2 Popis PLC Simatic S7 firmy Siemens AG

Německá společnost Siemens AG je vedoucí výrobcem programovatelných automatů všech skupin použití. Tato společnost vyrábí PLC ve třídách S5, C7, S7 a M7, které jsou odstupňovány jak podle výkonnosti, tak podle finanční nákladnosti. Siemens S5 je starší, méně výkonnou třídou PLC. Tyto PLC se programují v prostředí STEP 5. C7 je kompletně kompaktní systém integrující řídicí systém, zobrazovací a ovládací panel do jednoho celku. Vyznačuje se rozšiřitelností o moduly z řady S7-300. Třída S7 je v současnosti nejvíce zastoupenou třídou produktů rodiny PLC od firmy Siemens AG. Je dodávána s vývojovým prostředím STEP 7. Výkonnostní špičku pak tvoří systémy M7, které lze programovat za použití kompilátorů třetích stran i v jazycích C nebo C++.

Rozdělení automatů řady Simatic S7:

- Nízko výkonný kompaktní systém !LOGO - univerzální řídicí a spínací modul pro nejjednodušší aplikace. Obsahuje řídicí člen, klávesnici, zobrazovací jednotku a zdroj. Obsahuje komunikační moduly AS - interface Slave, instabus EiB a předprogramované základní funkce jako např. PI regulátor, funkce ramp, analogový multiplexer.
- Nízko výkonný modulární systém S7-200 - pro jednodušší automatizační aplikace, flexibilní konfigurace, výkonný instrukční soubor. Vykoná 1K instrukci za min $0.22\mu s$, umožňuje rozšíření až na 128 dig. v/v a 28/14 analog. v/v. Obsahuje vysokorychlostní čítače (typicky 30kHz), 8 smyček s PID regulátory a umožňuje připojení rozšiřovacích modulů, např. polohovací modul pro krokové motory nebo PROFIBUS DP modul.
- Středně výkonný modulární systém S7-300 - modulárně rozšiřitelný volně programovatelný automat. Obsahuje technologické funkce jako vysokorychlostní čítání, zpětnovazební řízení, funkce pro řízení pohonů, apod. Vyznačuje se také rychlejším zpracováním instrukcí a možností uložit program na paměťovou kartu MMC.
- Vysoce výkonný modulární systém S7-400 - určen pro náročné aplikace velkého rozsahu. Jedná se zejména o velké výrobní celky navazující na celopodnikové řízení zdrojů a systémy pro sběr, archivaci a zpracování technologických dat. Nižší řady předčí svou modularitou a výkonností. Vyznačuje se režimy, jako je např. Multicomputing, Izochronní režim nebo možností změny konfigurace za chodu.

- Nízko výkonný modulární systém S7-1200 - je nové modulární PLC určené k řešení menších automatizačních úloh. Představuje kompaktní, modulární a moderní řídicí systém, který je možno využít v širokém spektru aplikací. Komunikační rozhraní splňuje ty nejvyšší požadavky na moderní průmyslovou komunikaci a celá řada vestavěných funkcí dělá toto PLC nedílnou součástí těch nejmodernějších automatizačních aplikací.

	CPU 224 XP	CPU 314C-2DP	CPU 416-3DP
Max. pracovní paměť	12kB program, 10kB data	64kB program, 8MB data	2,8MB program, 2,8MB data
Min. doba vykonávání 1k bin instrukcí	0,22 μ s	0,1 μ s	0,04 μ s
Max. velikost paměti	256kB	8MB	64MB
Čítače	256	256	2048
Časovače	256	256	2048
Počet digitálních vstupů/výstupů	Max. 168 dig. v/v	Max 1016 dig. v/v	131072 dig. vstupů/121072 dig. výstupů
Počet analogových vstupů/výstupů	30/15	253	8192/8192
Síťové možnosti	PPI, MPI, Freeport, AS-Interface, PROFIBUS, průmyslový Ethernet	PPI, MPI, AS-Interface, PROFIBUS, průmyslový Ethernet, PROFINET	PPI, MPI, PROFIBUS, průmyslový Ethernet, PROFINET
Hodiny reálného času	Integrované	Integrované	Integrované

Tabulka 1: Tabulka porovnání základních parametrů CPU vybraných programovatelných automatů řady Siemens S7

2.2.1 PLC Simatic S7 řady 300

PLC Simatic S7 řady 300 je střední třídou mezi automaty vyráběnými společností Siemens AG. Tato společnost je předním dodavatelem programovatelných automatů s dlouhou tradicí v tomto segmentu trhu. Systémy řady 300 jsou určeny pro realizaci rozličných úloh střední složitosti, jejímž jádrem je procesorová jednotka typu 3xx, která zpracovává uživatelský program.

V kategorii standardních CPU lze volit z několika typů. Všechny jednotky jsou standardně osazeny programovacím a komunikačními rozhraními MPI, v některých je zabudováno i rozhraní PROFIBUS (typy 315-2DP, 317-2DP, 318-2DP). Novým trendem v současné automatizaci je orientace na standard Ethernet i ve výrobních provozech. Tomu plně vyhovují nové CPU s integrovaným ethernetovým rozhraním (315-2PN/DP, 317-2PN/DP). Právě díky nim je nyní připojení a obsluha distribuovaných jednotek přes Ethernet jednodušší a zmíněné jednotky lze přes toto rozhraní rovněž programovat. Parametry jednotlivých typů CPU jsou rovnoměrně odstupňovány tak, aby si uživatel mohl velmi snadno vybrat vhodnou jednotku pro danou automatizační úlohu.

Jako kompaktní se označují CPU doplněné digitálními a analogovými v/v a nejčastěji vyžadovanými základními technologickými funkcemi, jako rychlé čítání, měření frekvence, polohování a PID regulace. Jsou označeny písmenem "C" a všechny typy jsou standardně vybaveny komunikačním rozhraním MPI. Výkonnější procesorové jednotky jsou pak doplněny ještě o rozhraní PROFIBUS (313C-2DP, 314C-2DP) nebo RS422/RS485 (313C-2PtP, 314C-2PtP). Jsou cenově velmi výhodné pro úlohy, které vystačí s příslušným počtem vstupů a výstupů. Jinak je lze samozřejmě doplňovat o další moduly v/v ve stejném rozsahu jako standardní CPU.

	CPU 315-2 PN/DP	CPU 317-2 PN/DP	CPU 319-3 PN/DP
Max. pracovní paměť	128kB program, 64kB až 8MB data	512kB program, 64kB až 8MB data	1,4MB program, 64kB až 8MB data
Čas zpracování			
Bitové operace	0,1 μ s	0,05 μ s	0,01 μ s
Slovo	0,2 μ s	0,2 μ s	0,02 μ s
Pevná čárka	2 μ s	0,2 μ s	0,02 μ s
Plovoucí čárka	3 μ s	1 μ s	0,04 μ s
Čítače/Časovače	256/256	512/512	2048/2058
Digitální kanály	1024	1024	1024
Analogové kanály	256	256	256
Rozhraní			
MPI	ANO	ANO	ANO
PROFIBUS DP	ANO	ANO	ANO
PROFINET CBA, IO	ANO	ANO	ANO

Tabulka 2: Tabulka porovnání základních parametrů CPU řady S7-300

Bezpečnostní systémy se používají všude tam, kde je třeba zajistit co nejvyšší stupeň bezpečnosti obsluhy, výrobního zařízení či okolního prostředí – např. je-li potřeba předejít nehodám a poškození zdraví či životního prostředí v důsledku poruchy. Uživatel může vytvářet bezpečnostní

řídící systémy v centrálním i distribuovaném provedení. Hlavním znakem je spojení standardní provozní automatizace a bezpečnostní techniky do jediného systému. To znamená, že po síti PROFIBUS DP zde mezi centrálním řídícím systémem a distribuovanými moduly v/v probíhá nejen „běžná“ komunikace, ale také bezpečnostně orientovaná komunikace (profil PROFIsafe) a není nutná žádná samostatná bezpečnostní komunikační linka. Toto spojení standardní a bezpečnostně orientované automatizace značně snižuje výdaje na moderní zabezpečené provozy. Vše je v souladu s osvědčenými a platnými standardy dle světových a evropských norem. Bezpečnostní CPU Simatic S7 mají označení "F", např. CPU 315F-2DP.

Bezpečnostně orientovaný program se vytváří ve standardních programovacích jazycích reléových schémata (LD) a funkčních bloků (FBD) podle IEC 61131-3 při použití certifikovaných příkladů.

Technologická CPU mají označení "T", např. CPU 317T-2 DP. Jsou to CPU, ve kterém jsou přímo začleněny technologické funkce a funkce pro řízení polohy a pohybu. Tyto CPU se využívají k dynamickému řízení v několika osách současně.

2.3 Vývojové prostředí STEP 7

STEP 7 Professional je programovací a konfigurační software určený pro profesionální použití spolu s řídícími systémy Simatic. Zajišťuje podporu uživatele ve všech fázích vývoje projektu.

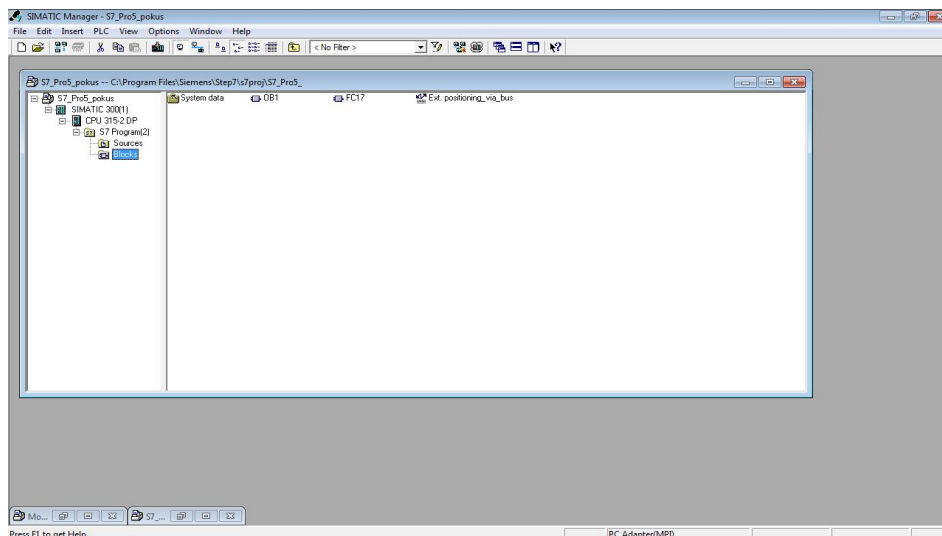
STEP 7 Professional včetně všech programovacích jazyků odpovídá mezinárodnímu standardu IEC 61131-3, čímž podporuje všeobecnou standardizaci a napomáhá k úspoře nákladů na tvorbu projektu. Se STEP 7 Professional je možné programovat jak řídící systémy založené na PLC tj. Simatic S7 a M7, tak i řídící systémy založené na PC. Tímto je dána uživateli svobodná volba výběru mezi použitím hardwarové platformy nebo smíšené softwarové konfigurace.

Hlavní prvky prostředí STEP 7 Professional:

- STEP 7 Basic včetně osvědčených jazyků LAD, FBD, STL
- S7-GRAPH pro grafické programování sekvenčních řízení
- S7-SCL vyšší programovací jazyk pro realizaci komplexnějších úloh
- S7-PLCSIM simulátor reálného hardware. Odladění programu v kanceláři bez spojení se skutečným automatem

2.4 Použití PLC v technice elektrických pohonů

V elektrických pohonech se s výhodou používá kombinace PLC s inteligentními pohony, případně s měniči, na které jsou tyto pohony napojeny. K PLC je možné rovněž připojit i moduly integrující do systému "umělou inteligenci". Tyto moduly v sobě mají implementovanou fuzzy logiku,



Obrázek 4: Prostředí STEP 7 Proffesional

která se používá pro náročnou regulaci pohonů. Použití rychlých procesorových jednotek, odolnost proti rušení, komunikační a modulární schopnosti dělají ze zařízení třídy PLC ideální řídicí systém pro řízení i velkého počtu pohonů, za určitých podmínek i pro jejich regulaci. Ve spojení se sběrnici PROFIBUS je možné řídit několik takovýchto pohonů po jedné sběrnici, což snižuje náklady na kabeláž a zjednodušuje výsledný systém. Dané pohony nebo měniče však musí být vybaveny PROFIBUS komunikační kartou. Protokol PROFIBUS obsahuje také profily jako PROFIdrive nebo PROFIsafe, které slouží k ošetření havarijních stavů, ovládání pohonů, a zvýšení bezpečnosti.

V praktických realizacích se nejčastěji používají PLC v kombinaci se zařízeními, se kterými komunikují po sběrnici typu PROFIBUS nebo PROFINET. Těmito zařízeními mohou být například vizualizační panely třídy HMI/SCADA, různé druhy měničů nebo přímo inteligentní pohony. Následný systém pak řídí pohon, nebo jakoukoliv technologii, skrze program který běží na PLC. Tento program předává informace operátorovi nebo technikovi pomocí panelu HMI/SCADA nebo vizualizačního softwaru na PC. Tento panel umožňuje oprávněným osobám zasahovat do základního nastavení a vidět funkci řízeného systému na displeji. Současně s tím probíhá komunikace a řízení pohonu nebo jiné technologie, ideálně po některém typu z výše uvedených sběrnic, které se staly standardem pro použití v podobných úlohách.

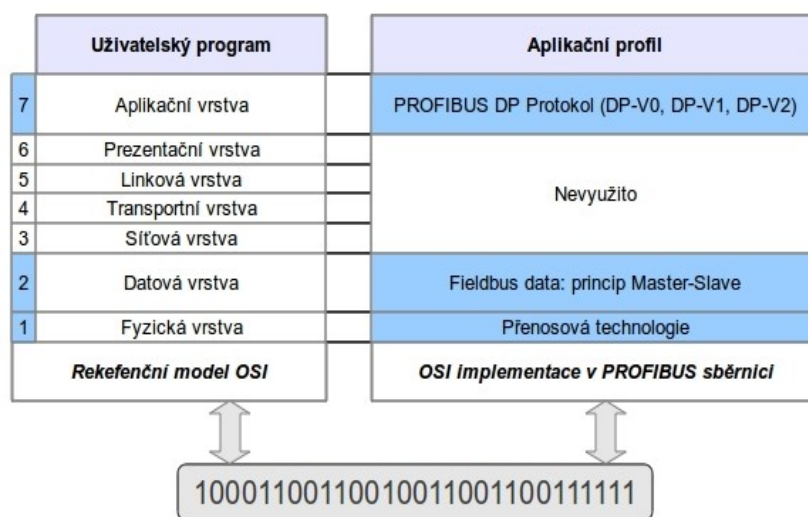
Zvláštní skupinu programových produktů pro vizualizaci technologie, zejména na PC, tvoří systémy HMI/SCADA. Jedná se o sofistikované programové rozhraní člověk-stroj nebo také prostředky pro řízení kontroly a sběr dat daného systému.

3 Popis sběrnice PROFIBUS

S více než 30 miliony zařízeními (ke konci roku 2009) je PROFIBUS přítomen v každém odvětví průmyslové automatizace a významně tak přispívá k technologickému a ekonomickému úspěchu firem, které tímto systémem disponují. Shoda PROFIBUS zařízení je založena na standardizovaném komunikačním protokolu "PROFIBUS DP", který podporuje celou řadu aplikací v produkční a procesní automatizaci stejně dobře, jako řízení pohonů a bezpečnostně orientované úlohy. PROFIBUS-DP (Decentralized Peripherals) je komunikační protokol, který je stejný pro všechny aplikace, které jsou použity v komunikaci mezi centrálním automatizačním zařízením a decentralizovaným zařízením. Jsou dostupné různé alternativy přenosu, jejichž použití závisí na konkrétním případě. Přenos po RS485 je zamýšlen pro použití ve výrobním průmyslu a v procesních aplikacích bez ochrany proti explozi. RS485-IS (Intrinsically Safe) pokrývá použití v oblastech s nutnou ochranou proti explozi. MSP (Manchester coded Bus) a MSP-IS jsou orientovány k výrobnímu průmyslu a zabezpečují kromě přenosu dat také napájení zařízení přes sběrnici. Dále je k dispozici několik optických a bezdrátových přenosových technologií.[9]

3.1 Návaznost sběrnice PROFIBUS na RM OSI

Sběrnice PROFIBUS je orientována na jednotlivé vrstvy referenčního modelu pro otevřenou výměnu informací OSI. V RM OSI je pro komunikační proces mezi dvěma uzly použito sedm vrstev, pro bezproblémovou a bezchybnou výměnu dat mezi dvěma terminály v jakékoliv síti. PROFIBUS používá 3 tyto vrstvy. Je to vrstva fyzická, datová a aplikační. Funkce zbylých vrstev RM OSI jsou buďto vynechány nebo jsou zahrnuty v linkové vrstvě.



Obrázek 5: Vztah vrstev mezi RM OSI a PROFIBUS

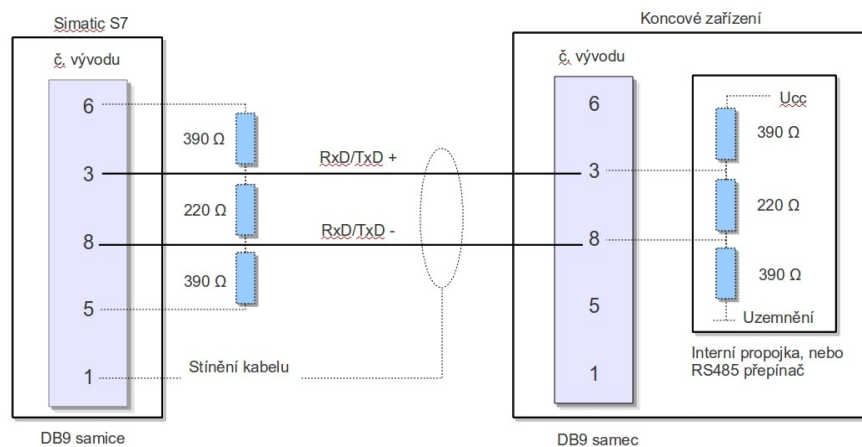
- Vrstva 1 definuje fyzický přenos. U PROFIBUS sběrnice se jedná o RS485, MBP, optický nebo bezdrátový přenos. Tímto tedy fyzická vrstva určuje vše od typu média, po kterém se informace budou přenášet, po typ přenášeného signálu až po základní kódování při přenosu a typ topologie. V sítích se sběrnici PROFIBUS se jedná většinou o topologie typu sběrnice nebo kruh. Topologie jako hvězda a strom jsou méně časté.
- Vrstva 2 obsahuje popis přístupu na médium MAC(Media Acces Control), včetně ošetření dat proti chybám a zabezpečení synchronizace mezi vysílačem a přijímačem. U PROFIBUS sběrnice se jedná o kombinaci metod přístupu na médium typu master- slave, pro přenos datových rámců, a metod token pro zajištění funkce při více stanicích typu master. Adresa stanice může nabývat pouze hodnot 0 až 126, je tedy přenášena pouze v jednom oktetu. V síti PROFIBUS tak může být umístěno pouze 127 stanic. Výhodou přenosu využívajícího metodu token je pravidelné přidělování značky pro vysílání tokenu, z čeho plyne garance horní hranice zpoždění při vysílání dat. Na rozdíl od metody CSMA/CD používané u Ethernetu je jedná de-facto o deterministický přístup k médium s garantovanou odezvou.
- Vrstva 7 formuje rozhraní k aplikaci a tak reprezentuje spojení mezi aplikací a komunikací. Podle RM OSI tato vrstva zabezpečuje přenos informací, identifikování komunikačního partnera, určení připravenosti ke komunikaci, definuje požadavky na potřebné provozní prostředky a požadavky na kvalitu služby. U PROFIBUS sběrnice je pro tyto potřeby použito komunikačního protokolu PROFIBUS DP, který bude popsán v kapitole 3.4.

3.2 Přenosové technologie

3.2.1 RS485 a RS485-IS

Přenosová technologie RS485 je snadno použitelná a nákladově efektivní. Je preferována pro použití v úlohách, které vyžadují vysokou rychlost přenosu(až 12 000 kbit/s), ale nevyžadují protivýbušnou úpravu. Tato technologie je hojně využívána ve výrobních procesech. Pro přenos se používá krouceného měděného kabelu, s využitím jednoho páru vodičů a asynchronním kódováním NRZ(Non Return to Zero). Struktura sběrnice dovoluje připojování a odpojování stanic za provozu a inkrementální uvádění do provozu. Při dodržení některých specifických omezení nemá následující rozšíření systému vliv na již připojené stanice.

Při dodržení určitých kritérií je možné použít vysokorychlostní přenos po RS485 i ve výbušném prostředí. Tato úprava se nazývá RS485-IS(Instrincically-Safe). Pro každý uzel jsou definovány hodnoty proudu a napětí, které musí vyhovět hodnotám pro každý uzel tak, aby bylo zajištěno bezpečné fungování, jakmile se tyto uzly propojí. Uvnitř obvodu je možné dosažení určitých hodnot proudu při určitém napětí. U RS485-IS je každý uzel aktivním zdrojem. Když se spojí



Obrázek 6: Zapojení kabelu pro RS485

k sobě všechny aktivní zdroje, nesmí celkový proud všech uzlů překročit nejvyšší povolenou hodnotu.

Přenosová rychlost [Kbit/s]	Délka přenosového segmentu[m]	Použití
9.6 19.2 45.45 93.75	1200	RS485
187.5	1000	RS485
500	400	RS485
1500	200	RS485
3000 6000 12000	100	RS485
31,25	1900	MBP

Hodnoty popsané výše platí pouze pro kabel typu A s následujícími vlastnostmi

Vlnový odpor	135...165Ω
Kapacita na jednotku	$\leq 30pF/m$
Odpor smyčky	$\leq 110\Omega/km$
Průměr jádra	$> 0.64mm$
Průřez jádra	$> 0.34mm^2$

Tabulka 3: Přenosové hodnoty pro RS485 a MBP

3.2.2 MBP a MPB-IS

MBP(Manchester Coded, Bus Powered) přenosová technologie implementuje k připojeným zařízením současně napájecí zdroj i komunikaci, to vše po jednom kabelu, přímo přes sběrnice

médium. Toto umožňuje značně snížit náklady na propojení a splňuje podmínky na mnohem jednodušší a bezpečnější instalaci a posunuje všechny výhody digitálního přenosu k jednotlivým zařízením. MBP bylo specificky vyvinuto aby splnilo požadavky na procesní automatizaci a je standardizováno v IEC 61158-2. U MBP se data přenášejí synchronně konstantní rychlostí 31.25 kbit/s v kódu Manchester spolu s napájením po dvou vodičích, a to až na vzdálenost 1900 metrů.

Ve verzi MBP-IS je přenosová technologie přímo uzpůsobena použití v nebezpečných prostorech a proto je hojně využívána v chemickém a petrochemickém průmyslu. Ochrana proti výbuchu je implementována skrze omezení výkonu připojeného ke sběrnici nebo častěji na omezení počtu připojených stanic (typicky 6 až 12 podle typu prostředí).

3.2.3 Optický přenos

V praktických realizacích mohou nastat podmínky, kdy drátové připojení naráží na své limity, například při silném rušení nebo při přenosu na dlouhé vzdálenosti. V těchto případech je optický přenos po optickém kabelu nejvhodnější. Při vytváření specifikací PROFIBUS sběrnice bylo zajištěno, aby PROFIBUS zařízení mohla být bez problémů integrována do optické sítě, což zajišťuje kompatibilitu s existující PROFIBUS instalací.

Podporovaná optická vlákna jsou uvedena v Tabulce 2. Díky charakteru přenosu, jsou typickou strukturou topologie buď hvězda nebo kruh, lineární struktury jsou ale také možné. Implementace sítě s optickým kabelem ve své nejjednodušší formě zahrnuje použití elektro-optických převodníků, které jsou připojeny ke koncovým zařízením s RS485 rozhaním a optickým vláknem na druhé straně. Toto také umožňuje přepínat mezi RS485 a přenosem po optickém vlákně uvnitř automatizačního systému, což záleží na převažujících okolnostech.

Typ vlákna	Průměr jádra [μm]	Přenosový dosah
Multi-modové skleněné vlákno	62.5 / 125	2 - 3km
Jedno-modové skleněné vlákno	9 / 125	> 15km
Plastikové vlákno	980 / 1000	do 100m
HCS [®] vlákno	200 / 230	přibližně 500m

Tabulka 4: Podporované typy optických kabelů

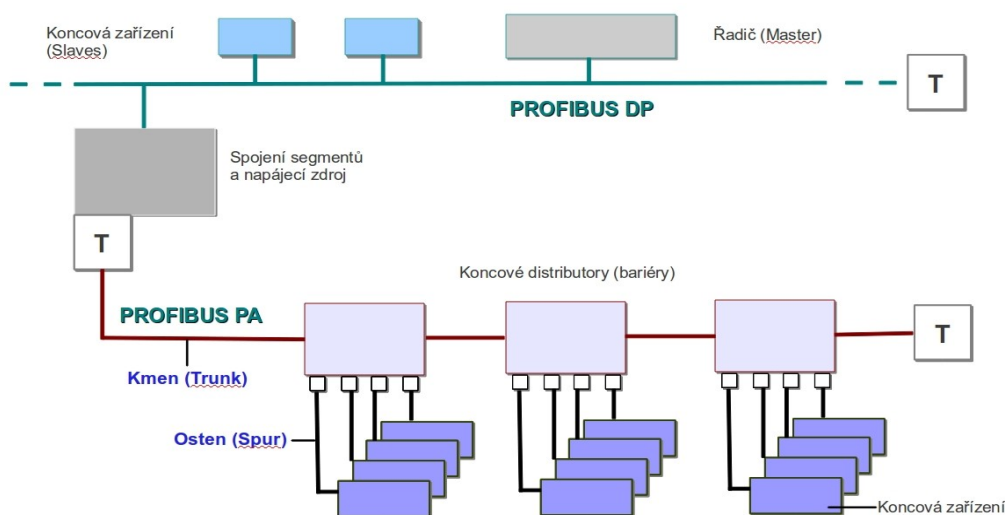
3.2.4 Bezdrátový přenos

PROFIBUS se dá také použít v bezdrátové komunikaci. V PROFIBUS systémech je možné vytvořit bezdrátová řešení např. pro senzory a regulátory. Pravidla specifikující použití WirelessHART (používá se hlavně v procesní automatizaci) a Wireless Sensor/Actuator Network (WSAN, užívané ve výrobní automatizaci) jsou nicméně ještě ve fázi upřesňování specifikací.

3.3 Topologie

Jestliže je použito přenosu přes RS485, pak všechna koncová zařízení jsou typicky propojena ve sběrníkové struktuře s až 32 uzly v jednom segmentu. Segmentů může být však maximálně 9. Začátek a konec každého segmentu je opatřen aktivním ukončením sběrnice. Sběrníková ukončení jsou umístěna buď v zařízeních nebo sběrníkových zásuvkách. Pro použití více než 32 uzlů v segmentu, nebo je-li prodloužena síťová vzdálenost, musí být použit opakovač. Topologie jako strom, hvězda a kruh se používají v menší míře.

U použití MBP je v zásadě možné použít libovolnou běžně používanou topologii. Je možno realizovat sběrníkové a stromové struktury i jejich kombinace. V praxi se stala de-facto standardem topologie nazývaná jako "trunk and spur", tedy topologie "kmen a osten", pro svou jednoduchost a snadné dimenzování.



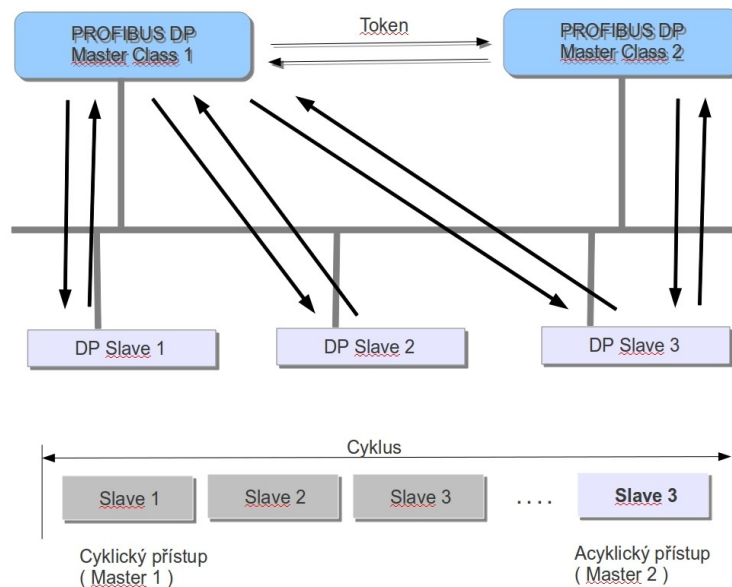
Obrázek 7: Propojení DP a PA segmentů a topologie trunk and spur

3.4 PROFIBUS DP komunikační protokol

PROFIBUS zařízení komunikují skrze PROFIBUS DP (Decentralized Peripherals) komunikační protokol, který je stejný pro všechny aplikace a který umožňuje jak cyklickou, tak acyklickou komunikaci a specifikuje pro ni i pravidla. Jádrem komunikačního procesu je metoda jednoho nadřazeného zařízení a jednoho, či více, podřízených zařízení (master-slave). Nadřazené zařízení (dále jen master - aktivní komunikační uzel: PLC, PC, kontrolní systém) vyzývá připojená podřízená zařízení (dále jen slave - pasivní komunikační uzly: koncová zařízení, vstupy/výstupy, pohony) k výměně dat. Dotázané podřízené zařízení odpoví vyzvanému nadřazenému zařízení zpáteční zprávou. Zpáteční zpráva obsahuje výstupní data, např. nastavené otáčky pohonu a

asociovaná zpětná zpráva obsahuje vstupní data, např. hodnoty ze senzoru. Cyklus sběrnice se ukončí, jakmile jsou dotázána všechna připojená podřízená zařízení.

Jako dodatek k této cyklické komunikaci pro rychlou výměnu vstupních a výstupních dat mezi nadřazeným a podřízenými zařízeními v pravidelných intervalech mohou být požadovaná data přenášena s použitím PROFIBUSu, např. data pro nastavení zařízení. Výchozí podnět vykonává nadřazené zařízení a acyklicky zpřístupňuje data v podřízeném zařízení pro čtení nebo zápis. V systému PROFIBUS se může nacházet více než jeden nadřazený systém(master). V tomto případě je autorizace přístupu posouvána z aktivního nadřazeného zařízení na další nadřazené zařízení(princip průchodu tokenu).



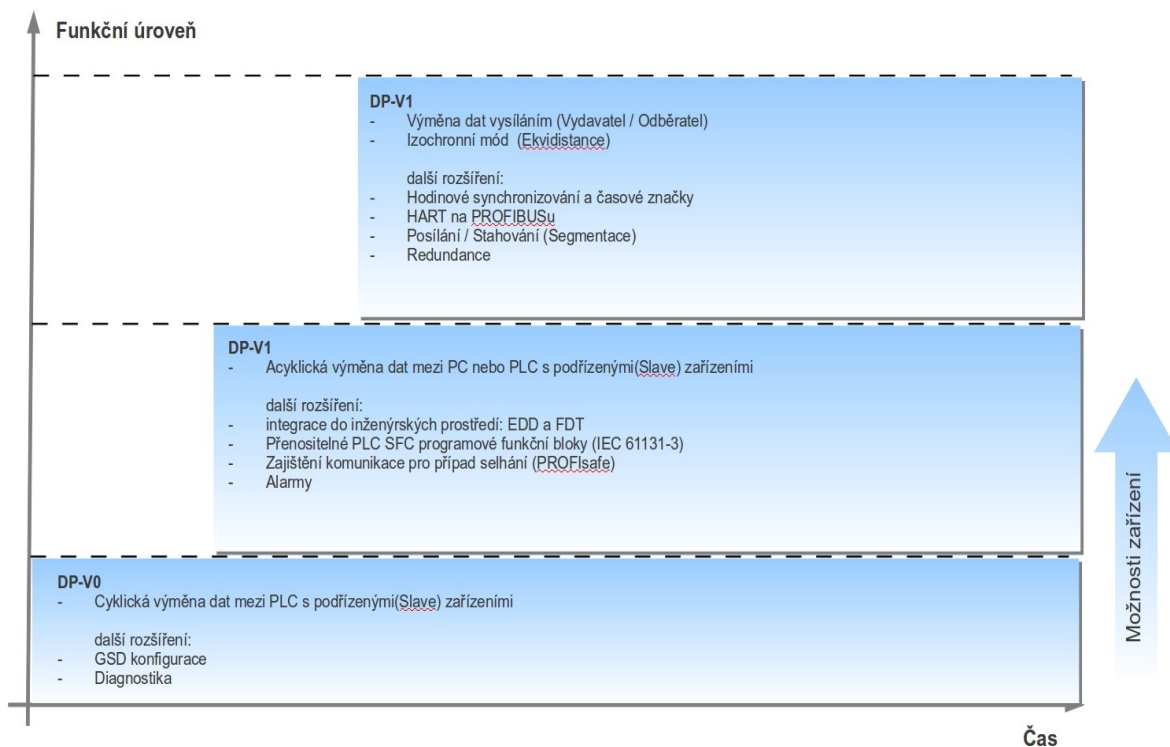
Obrázek 8: Cyklická a acyklická komunikace s DP-V1

Pro optimální naplnění požadavků na rozdílné způsoby použití jsou funkce PROFIBUSu DP rozděleny do tří výkonnostních úrovní: DP-V0, DP-V1 a DP-V2.

Verze DP-V0 zajišťuje základní funkci komunikačního protokolu. To zahrnuje obzvláště cyklickou komunikaci a diagnostiku zařízení, modulů a kanálově-specifickou diagnostiku pro rychlé nalezení poruchy.

DP-V1 přidává k DP-V0 funkce pro acyklickou komunikaci, např. pro funkce jako je parametrizace, operace, monitorování a reakce na alarmy. DP-V1 zpřístupňuje k těmto účelům jednotlivé uzly po síti skrze inženýrské nástroje.

Verze DP-V2 obsahuje přídatné funkce jako rozšíření k DP-V1, obzvláště funkce požadované k řízení pohonů. Jedná se o komunikaci mezi podřízenými zařízeními (Slaves), cyklovou synchronizaci a časové značkování.



Obrázek 9: Výkonnostní úrovně PROFIBUSu DP

3.4.1 Třídy zařízení

Zařízení PROFIBUS jsou rozdělena do tří tříd podle jejich funkcí:

PROFIBUS DP master (třída 1)

PROFIBUS DP master třídy 1(DPM1) je nadřazené zařízení(Master), které používá cyklickou komunikaci k výměně dat s k němu asociovanými podřízenými zařízeními (Slave). Zařízení tohoto typu jsou často integrovány v paměťově programovatelném řadiči nebo v automatizační stanici procesního kontrolního systému.

PROFIBUS DP master (třída 2)

PROFIBUS DP master třídy 2(DPM2) byl původně definován jako nadřazené zařízení (Master) užívané jako nástroj v kontextu k uvedení do provozu PROFIBUS systému. V případě rozšíření funkčnosti DP-V1 a DP-V2 byl specificky definován DPM2 jako nadřazené zařízení(Master) které může být využito k nastavení parametrů přes acyklickou komunikaci. Systémy této třídy jsou obvykle součástí inženýrských stanic používaných ke konfiguraci jednotlivých zařízení. DPM2 nemusí být permanentně připojen ke sběrnici.

PROFIBUS DP slave

PROFIBUS podřízené zařízení(Slave) je pasivní komunikační uzel, který reaguje na výzvy

nadřazeného zařízení(Master) posíláním reakční zprávy. Zařízení v této třídě jsou obvykle koncovými zařízeními(vzdálené v/v, pohony, ventily, snímače, analyzátory), které získávají procesní proměnné nebo hrají roli v procesu jako manipulační proměnné. Rozdělujeme však kompaktní a modulární podřízená(Slave) zařízení. Modulární zařízení zahrnuje hlavní stanici zahrnující rozhraní Fieldbus a několik slotů, do kterých mohou být moduly zasunuty. Kombinací odlišných modulů mohou být modulární podřízená zařízení(Slaves) flexibilně adaptována požadavkům na vstupní a výstupní data. Kompaktní zařízení mají pevně daná nastavení vstupních a výstupních dat, což je srovnatelné s modulárním zařazením s pouze jedním instalovaným modulem.

3.5 Aplikační profily

K zajištění bezproblémové interakce mezi uzly sběrnice automatizačního řešení, musí být nalezeny základní funkce a služby jednotlivých uzlů. Musí doslovně "mluvit stejnou řečí" a používat stejné koncepty a datové formáty. To si žádá jak komunikační, tak datové funkce, a řešení v průmyslovém sektoru. Homogenost je dosažena užitím "profilů" vztahujících se k rodině zařízení nebo k speciálnímu řešení pro dané průmyslové odvětví. Tyto profily specifikují vlastnosti, kterými musí "profilové zařízení" disponovat jako povinnou výbavou. To mohou být vlastnosti napříč třídami zařízení, jako chování týkající se bezpečnosti(běžné aplikační profily) nebo vlastnosti specifické pro danou třídu (specifické aplikační profily).Zde jsou uvedeny rozdíly :

- Profily zařízení např. pro roboty, pohony, procesní zařízení, encodery, punpy, atd.
- Průmyslové profily například pro laboratorní úlohy nebo trakční vozidla
- Integrované profily pro integraci subsystémů jako HART nebo IO-link

3.5.1 PROFIBUS PA

PROFIBUS PA profil je základem k užití PROFIBUSu v procesní automatizaci. Tyto aplikace jsou charakterizovány častými zabezpečenými operacemi a napájením zařízení přes sběrnice kabel. Tento profil definuje funkce a parametry pro procesní řízení jednotlivých zařízení jako jsou vysílače, regulátory, ventily a analyzátory. Tyto funkce a parametry jsou použity pro adaptaci zařízení na příslušnou aplikaci a procesní podmínky.

3.5.2 PROFIsafe

Riziko lidských zranění, poškození výrobních zařízení a poškození životního prostředí se vyskytuje neodmyslitelně v mnoha průmyslových procesech. To vyvrcholilo v "bezpečnostně orientovanou automatizační technologii", která získala na významu, protože její bezpečnostní požadavky

jsou nad všemi náležícími do běžné automatizační technologie. Tento požadavek musí být také naplněn technologií Fieldbus a k tomuto účelu na sběrnici PROFIBUS slouží PROFIsafe profil.

3.5.3 PROFIdrive

PROFIdrive profil je používán ve výrobní automatizaci. Definuje chování zařízení, přístupové metody a datové formáty pro řízení elektrických pohonů přes sběrnici PROFIBUS, od jednoduchých frekvenčních měničů až po vysoce dynamické servo pohony. Tento profil pro pohonovou techniku závisí na PROFIBUS a PROFINET komunikačním systému. Použití, například tohoto otevřeného "aplikačního profilu", je ověřený způsob, jak použít komunikační systémy k propojení pohonů a řídicích jednotek odlišných výrobců, jednotným a přímočarým způsobem.

PROFIdrive automatizační řešení je v podstatě založeno na konceptu integrování funkcionality řízení pohonů se sekvenční logikou PLC. U jednotlivých zařízení jsou optimalizovány aplikační procesy, jako např. statorový proud nebo regulace rychlosti, Řídící jednotky, polohová čidla, atd. Komunikační systém zajišťuje spojení mezi distribuovanými procesy s využitím přímo k tomu určených služeb jako hodinová synchronizace a profilově založené slave-to-slave komunikace.

Trh ukazuje vzestupný trend pohonů, které integrují bezpečnostní technologie. To je výhodné, protože už není třeba externích monitorovacích zařízení, čímž se šetří jak místo, tak instalace vedení. Z tohoto pohledu jsou PROFIdrive a PROFIsafe navzájem perfektními komplementy. Dva tyto profily tvoří ucelenou technologii, která může být využita ke kontrole bezpečnosti a řízení pohonu po stejné sběrnici.

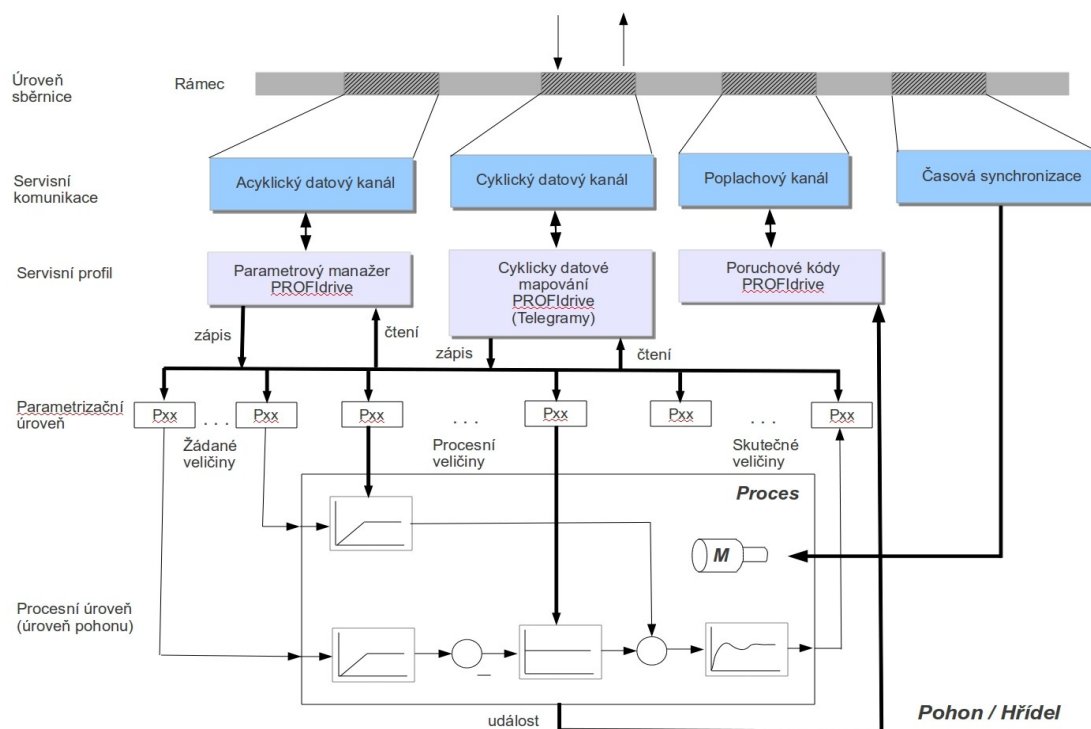
3.5.3.1 Základní model a komunikační služby PROFIdrive

Základní model definuje řízení pohonů automatizačního systému z pohledu počtu zařízení a jejich vzájemného vztahu (aplikační rozhraní, přístup parametrů, atd.) bez ohledu na komunikační systém, který používají. Rozlišujeme mezi následujícími zařízeními:

- Řídící jednotka: Kontrolní jednotka a host automatizačního systému
- Periferní zařízení (P zařízení): příslušenství pohonu
- Dozorce (Supervisor): inženýrská stanice

Cyklická výměna dat

Proces otevřené a uzavřené smyčky musí být cyklicky aktivován, zatímco systém řízení pohonu je v provozu. Z tohoto úhlu pohledu na tento komunikační systém musí být nové žádané hodnoty přenášeny cyklicky z kontrolně-aplikačního procesu do pohonově-aplikačního procesu



Obrázek 10: Datový model a datový tok v P zařízení

a naopak zase posílány skutečné hodnoty v opačném směru. Tento přenos je typicky časově kritickou operací.

Acyklická výměna dat

Jako dodatek cyklickému přenosu žádaných a skutečných veličin mohou být přenášeny parametry za účelem řízení aplikačního procesu pohonu. Přístup k těmto parametrům řídicí jednotkou není nijak časově kritický a je vykonáván acyklicky. Stejně jako je řídicí jednotka schopna přistupovat k parametrům, může k nim rovněž přistupovat dozorce (Supervisor).

Poplachové mechanismy

Poplachový mechanismus je událostně řízený, užívaný k signalizaci výskytu poruchových stavů v pohonově-aplikačním procesu.

Časově synchronní operace

Každý moderní pohonový profil musí být schopen podporovat časově synchronní operace distribuovaných procesů při aplikacích s řízením pohonů, protože to je jediný způsob, jak přesně koordinovat pohyby několika pohonů najednou. To znamená, že pohonový profil musí naplnit dva základní požadavky:

- Musí být schopen synchronizovat několik aplikačních procesů ze stejného časování z nadřa-

zeného zařízení(Master)

- Musí zabezpečit to, že cyklická výměna dat mezi procesy je spolehlivě dokončena do požadované doby tak, aby všechna důležitá vstupní a výstupní data byla dostupná ve správnou dobu

K zajištění procesní synchronizace musí PROFIdrive podřízené zařízení(Slave) zajišťovat časování, které musí být umístěno v každém zařízení a které je precizně synchronizováno s časováním nadřazeného zařízení(Master). Pro účel synchronizace časování podřízených zařízení PROFIdrive zajišťuje potřebné služby komunikačního systému. Pro sběrnici PROFIBUS jsou tyto služby součástí rozšíření DP-V2.

3.5.3.2 Aplikační třídy profilu PROFIdrive

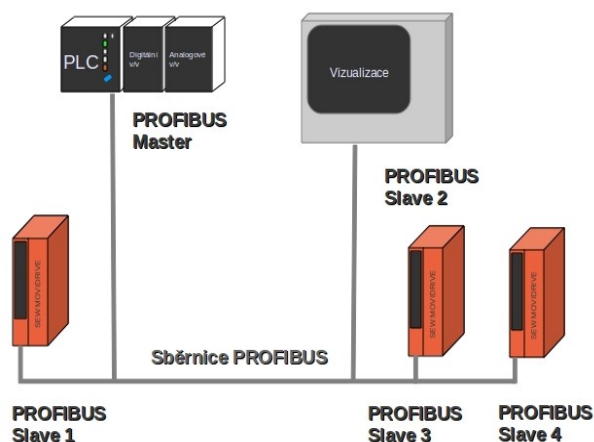
Aplikační procesy mohou být distribuovány napříč mnohými zařízeními v odlišných umístěních. Způsob, jakým jsou pohony integrovány do automatizačního řešení, je závislý na podstatě úlohy, na kterou je pohon aplikován. V zájmu jednoduchosti PROFIdrive definuje 6 tříd, které pokrývají celé spektrum potenciálních pohonových aplikací:

- Standardní pohon(Třída 1)
- Standardní pohon s technologickou funkcí(Třída 2)
- Polohovací pohon(Třída 3)
- Centrální řízení pohonu(Třída 4)
- Centrální řízení pohonu s nastavením žádané polohy(Třída 5)
- Decentralizovaná automatizace s časovanými procesy a elektronickými hřídelemi(Třída 6)

4 Řešení praktických aplikací

4.1 Měnič SEW-EURODRIVE MOVIDRIVE®

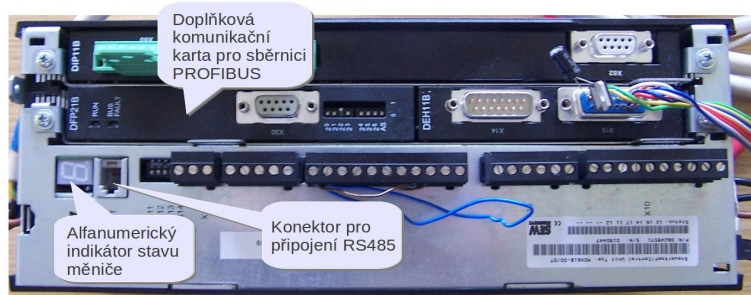
Pro demonstraci praktické aplikace s využitím PLC byl vybrán frekvenční měnič firmy SEW-EURODRIVE, typ MOVIDRIVE®MDX61B. Tento měnič s doplňkem DFP21B díky výkonnému univerzálnímu rozhraní průmyslové sběrnice, umožňuje provést spojení s nadřazeným automatizačním systémem přes sběrnici PROFIBUS. Přes rozhraní PROFIBUS umožňuje měnič MOVIDRIVE®MDX61B digitální přístup ke všem parametrům a funkcím měniče. Řízení je realizováno prostřednictvím rychlé, cyklické výměny dat. Prostřednictvím tohoto kanálu procesních dat je možné kromě zadávání žádaných hodnot, jako např. požadovaných otáček, intergracních časů pro rozběh a doběh apod., ovládat rovněž různé funkce pohonu, např. uvolnění, blokování regulátoru, normální zastavení, rychlé zastavení atd. Zároveň je však tento kanál schopen vyčítat také skutečné hodnoty z měniče, např. skutečné otáčky, proud, stav zařízení, číslo chyby, či referenční číslo.



Obrázek 11: Sběrnice PROFIBUS se zařízeními MOVIDRIVE®

Měnič je vybaven alfanumerickým displejem, na kterém se zobrazuje provozní nebo chybové číslo stavu, ve kterém se měnič nachází. Toto zobrazení umožňuje rychle a komfortně zjistit a odstranit případnou závadu. Pro další diagnostiku, ladění a nastavení měniče je dostupný rovněž konektor s propojením na sériovou linku RS485. Výrobce SEW-EURODRIVE v tomto účelu dodává také redukci pro připojení k osobnímu počítači pomocí USB 2.0. Tato redukce nese název USB11A a tvoří doplněk k programovému vybavení MOVITOOLS®dodávaném firmou SEW-EURODRIVE. **Cyklická a acyklická výměna dat přes PROFIBUS DP-V0**

Zatímco výměna procesních dat probíhá zpravidla cyklicky, parametry měniče je možné číst a zapisovat acyklicky přes funkce READ a WRITE resp. přes kanál parametrů MOVILINK®.



Obrázek 12: Měnič MOVIDRIVE®

Tento způsob výměny dat parametrů umožňuje použít aplikace, u kterých jsou všechny důležité parametry pohonu ukládány v nadřazeném automatizačním zařízení, a na samotném pohonovém měniči tak není třeba provádět ruční parametrizaci.

Cyklická a acyklická výměna dat přes PROFIBUS DP-V1

Specifikace PROFIBUS DP-V1 v rámci rozšíření PROFIBUS DP uvádí acyklické služby READ/WRITE. Tyto acyklické služby jsou vkládány do speciálních zpráv v průběhu cyklického provozu sběrnice, takže je zajištěna kompatibilita mezi sběrnici PROFIBUS DP-V0 a PROFIBUS DP-V1.

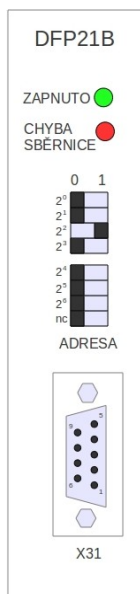


Obrázek 13: Zařazení do profilu PROFIdrive

Doplňkové karty

Doplňková karta DFP21B je navržena tak, aby se všechna nastavení specifická pro průmyslovou sběrnici PROFIBUS, např. adresa stanice nebo přednastavené parametry sběrnice, prováděla prostřednictvím hardwarových přepínačů na kartě. Díky tomuto nastavení je možné měnič v krátkém čase integrovat do systému sběrnice PROFIBUS a spustit. Parametrizace může být provedena až později pomocí nadřazeného automatizačního systému, např. PLC. Tato karta umožňuje spojení po PROFIBUS sběrnici přenosem po RS485 a to rychlostí do 1,5Mbit/s. Pro provoz zařízení na rychlostech větších než 1,5Mbit/s je nutno použít speciální konektory PROFIBUS 12MBaud.

Adresu na sběrnici PROFIBUS je možné nastavit pomocí přepínačů principem součtu čísel 2^n . V tomto případě pak: $(0 \cdot 2^0) + (0 \cdot 2^1) + (1 \cdot 2^2) = 0 + 0 + 4 = 4$. Adresa je při přepnutí přepínače



Obrázek 14: Čelní profil doplňkové karty DFP21B

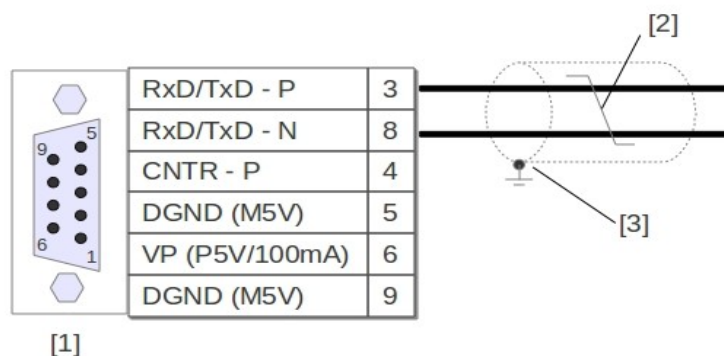
2^2 , v tomto případě, rovna 4. LED diody signalizující funkci sběrnice, informují o připojení a možné chybě. Jestliže zelená LED dioda svítí, je hardware sběrnice v pořádku. Jestliže bliká, je nastavená adresa větší než 125. Pokud zelená LED dioda nesvítí, jedná se o hardwarovou chybu v elektronice sběrnice. Svítící červená LED dioda signalizuje buď výpadek spojení s DP masterem, neschopnost zařízení rozpoznat žádnou přenosovou rychlost, přerušení sběrnice, nebo zařízení DP master mimo provoz. Blikající červená LED dioda oznamuje uživateli, že je rozpoznána přenosová rychlost, ale nebyla navázána komunikace s DP masterem, nebo je zařízení vzhledem k DP masteru nakonfigurováno špatně. Jestliže červená LED dioda nesvítí, pak probíhá výměna dat s DP masterem. Konektor X31 slouží pro připojení konektoru s PROFIBUS kabeláží. Tento konektor je podle obrázku 16 zapojen takto: [1] - 9-ti pólový konektor SUB-D, [2] - Signální zakroucené vedení, [3] - Vodivé spojení mezi krytem konektoru a stíněním.

Jestliže se karta DFP21B nachází na začátku nebo konci PROFIBUS segmentu a pokud je k ní připojen pouze jeden kabel PROFIBUS, je třeba použít konektor s integrovanými zakončovacími odpory, které je nutno v takovémto případě zapnout.

Výměna dat přes PROFIBUS ve STEP 7

Řízení měniče přes Simatic S7 probíhá v závislosti na zvolené konfiguraci procesních dat buď přímo přes příkazy pro nahrávání a transfer nebo přes speciální systémové funkce SFC 14 DPRD_DAT a SFC 15 DPWR_DAT.

Přístup k parametrům pohonu je u PROFIBUS DP realizován přes osmibajtový kanál parametrů MOVILINK[®], který kromě služeb READ / WRITE nabízí ještě další parametrizační



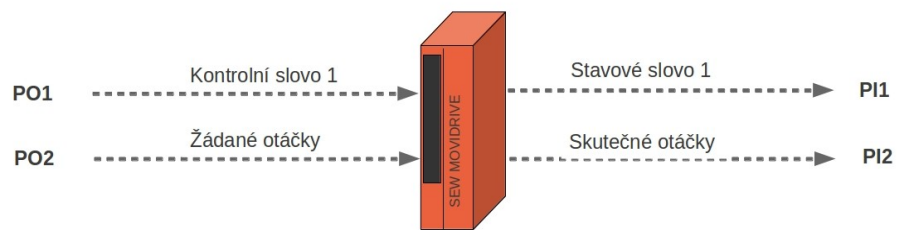
Obrázek 15: Zapojení konektoru X31

služby.

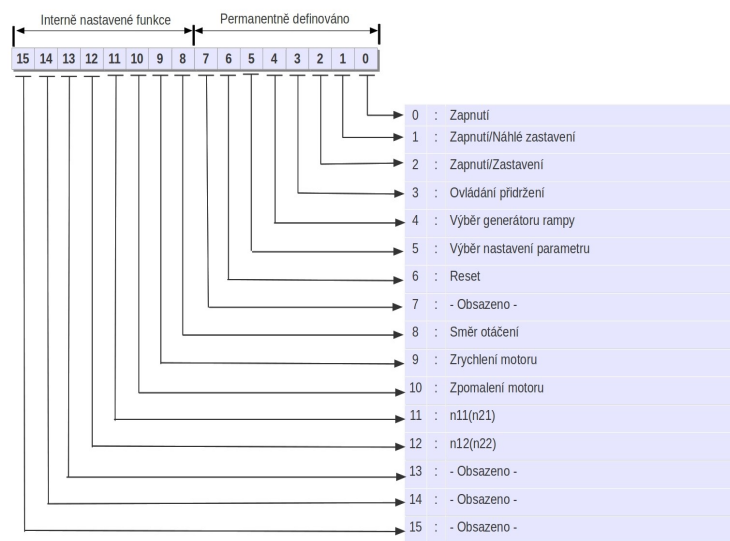
Přístup k parametrům měniče je u PROFIBUS DP realizován přes "Objekt parametrů procesních dat" ("Parameter-Prozessdaten-Objekt" (PPO)). Tento PPO je cyklicky přenášen a obsahuje kromě kanálu procesních dat také kanál parametrů, se kterým mohou být necyklicky vyměňovány hodnoty parametrů.

Konfigurace procesních dat	Přístup STEP 7 přes
1 PD	Příkazy pro nahrání/transfer
2 PD	Příkazy pro nahrání/transfer
3 PD	Systémové funkce SFC14/15 (délka 6 bajtů)
6 PD	Systémové funkce SFC14/15 (délka 12 bajtů)
10 PD	Systémové funkce SFC14/15 (délka 20 bajtů)
Param + 1 PD	Kanál parametrů: Systémové funkce SFC14/15 (délka 8 bajtů): Procesní data: Příkazy pro nahrávání/transfer
Param + 2 PD	Kanál parametrů: Systémové funkce SFC14/15 (délka 8 bajtů): Procesní data: Příkazy pro nahrávání/transfer
Param + 3 PD	Kanál parametrů: Systémové funkce SFC14/15 (délka 8 bajtů): Systémové funkce SFC14/15 (délka 6 bajtů)
Param + 6 PD	Kanál parametrů: Systémové funkce SFC14/15 (délka 8 bajtů): Systémové funkce SFC14/15 (délka 12 bajtů)
Param + 10 PD	Kanál parametrů: Systémové funkce SFC14/15 (délka 8 bajtů): Systémové funkce SFC14/15 (délka 20 bajtů)

Tabulka 5: Tabulka konfigurace procesních dat v prostředí STEP 7



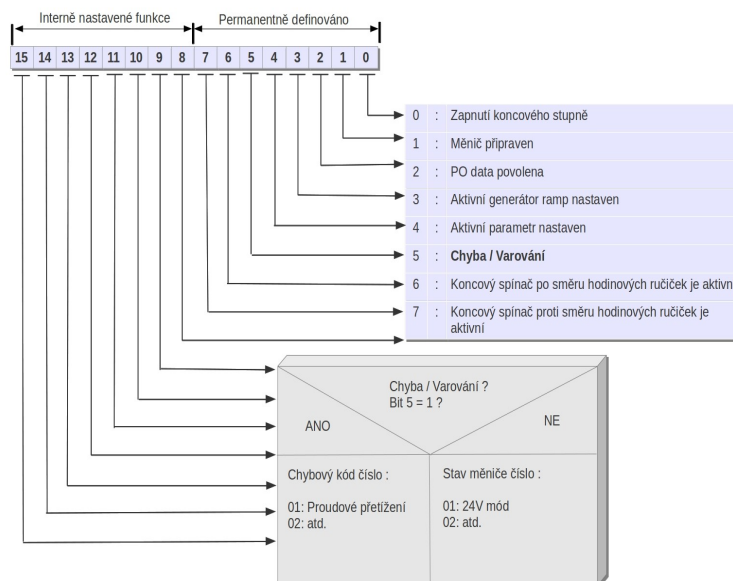
Obrázek 16: Směr dat posílaných do měniče MOVIDRIVE při nastavení 2 PD



Obrázek 17: PO1 - Kontrolní slovo 1

4.2 Pracoviště

Pro pracoviště bylo využito dvou počítačů třídy PC. První PC sloužilo pro programování pomocí vývojového prostředí STEP 7 a bylo připojeno pomocí redukce ze sběrnice USB na MPI. Druhé PC sloužilo k měření otáček a kontrole komunikace mezi PLC a měničem. Pro komunikaci PLC s měničem bylo využito sběrnice PROFIBUS, zatímco mezi měničem a notebookem se softwarem MOVITOOLS® běžela komunikace po RS485. Ta byla následně konvertována na USB pomocí převodníku USB11A firmy SEW-EURODRIVE. Pro nastavení měniče přes PLC, bez nutnosti připojovat PC a modifikovat program, bylo použito ovládacího panelu s přepínači. Tento panel byl napojen na digitální vstupy/výstupy připojené k PLC. K měniči byl připojen motor o výkonu 4kW, na kterém byl měnič SEW-EURODRIVE MOVIDRIVE®MDX61B zkoušen.



Obrázek 18: PI1 - Stavové slovo 1

4.3 Vývojové prostředí STEP 7

PLC řady S7-300 se programují ve vývojovém prostředí STEP 7 dodávaném firmou Siemens AG. Pro realizaci úlohy s měničem SEW-EURODRIVE MOVIDRIVE® bylo použito verze 5.5 Professional pod operačním systémem Windows 7 32-bit Professional.

4.3.1 Vytvoření projektu

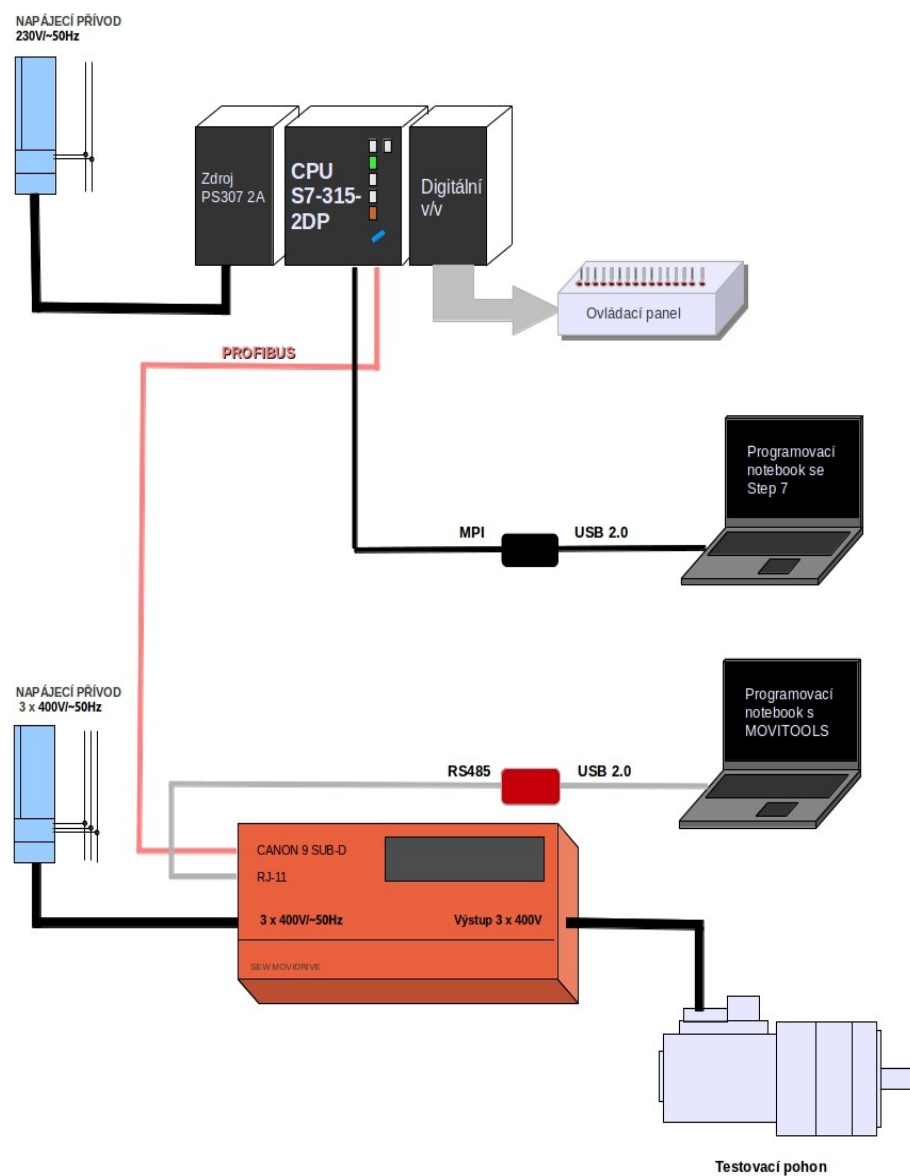
Vytvoření nového projektu je inicializováno volbou **File** → **'New Project' Wizard**, umístěnou v programovém menu. Následuje zadání potřebných parametrů pro vytvoření projektu.

Na jednotlivých obrázcích je vidět postup zakládání projektu. Byl založen projekt pro **CPU** typu **315-2DP**. PLC byla přiřazena **MPI** adresa s číslem **2**. Projekt bude po vytvoření obsahovat **pouze blok OB1** a bude psán v jazyce **STL** (tento je možno kdykoliv změnit). Název projektu byl zvolen jako "S7_Pro7". Potvrzení zadaných předvoleb je realizováno tlačítkem **Finish**.

Vytvoření základního nastavení komunikace

Pro bezchybný postup je nadále nezbytné se přesvědčit o existenci všech důležitých prvků v projektu. Jedná se zejména o Simatic 300 Station, PG/PC, MPI, PROFIBUS.

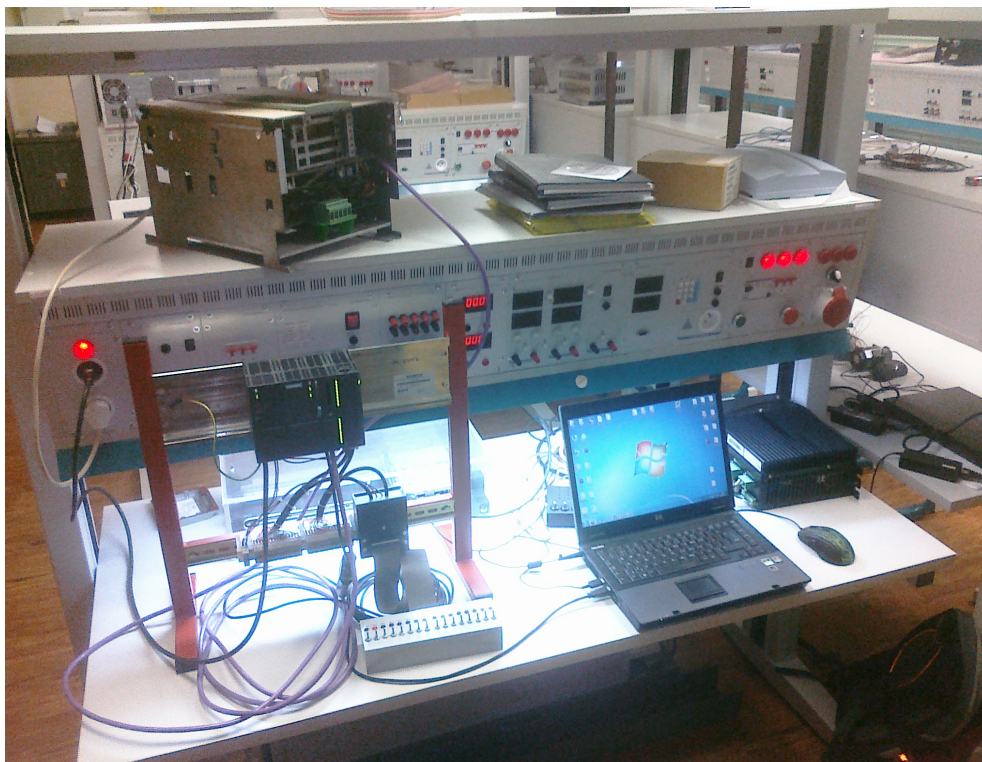
Pro komunikaci PLC s počítačem je nutné nastavit stanici PG/PC dvojklikem na její ikonu. V kartě **"Interfaces"** přidáme nové rozhraní typu MPI pomocí **"New..."**. V kartě **"Assignment"** v tabulce **"Interface Parameter Assignment in the PG/PC"** vybereme **"PC**



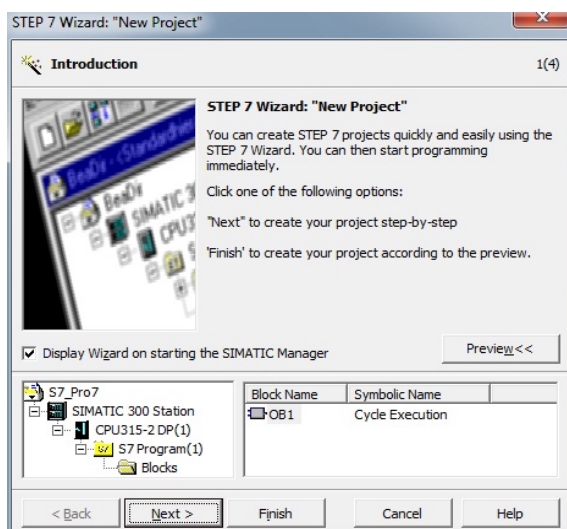
Obrázek 19: Blokové zapojení pracoviště

Adapter(MPI)”.

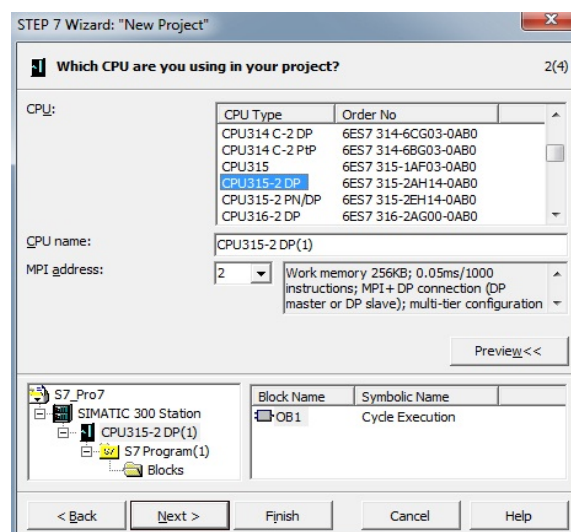
Po základní konfiguraci se zobrazí okno projektu. Dále je nutné nastavit síťovou strukturu a nakonfigurovat hardware.



Obrázek 20: Pracoviště



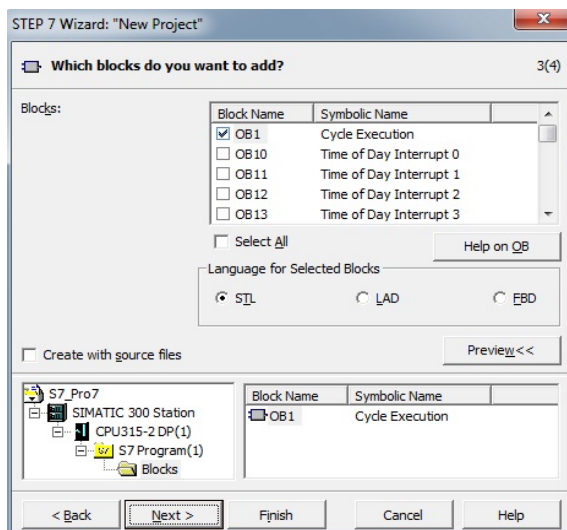
Obrázek 21: Vytvoření projektu - 1. krok



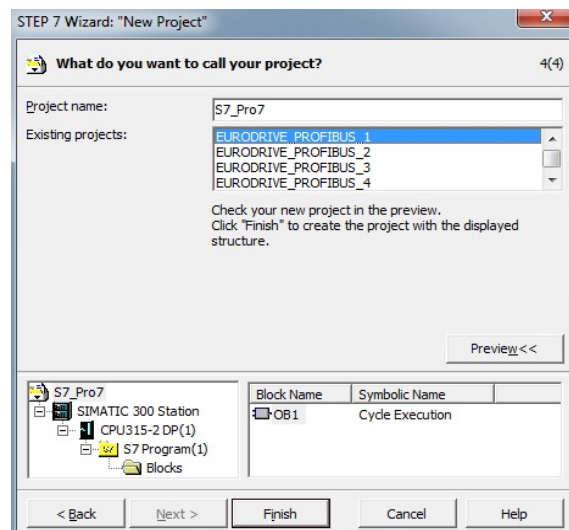
Obrázek 22: Vytvoření projektu - 2. krok

Instalace .GSD souboru

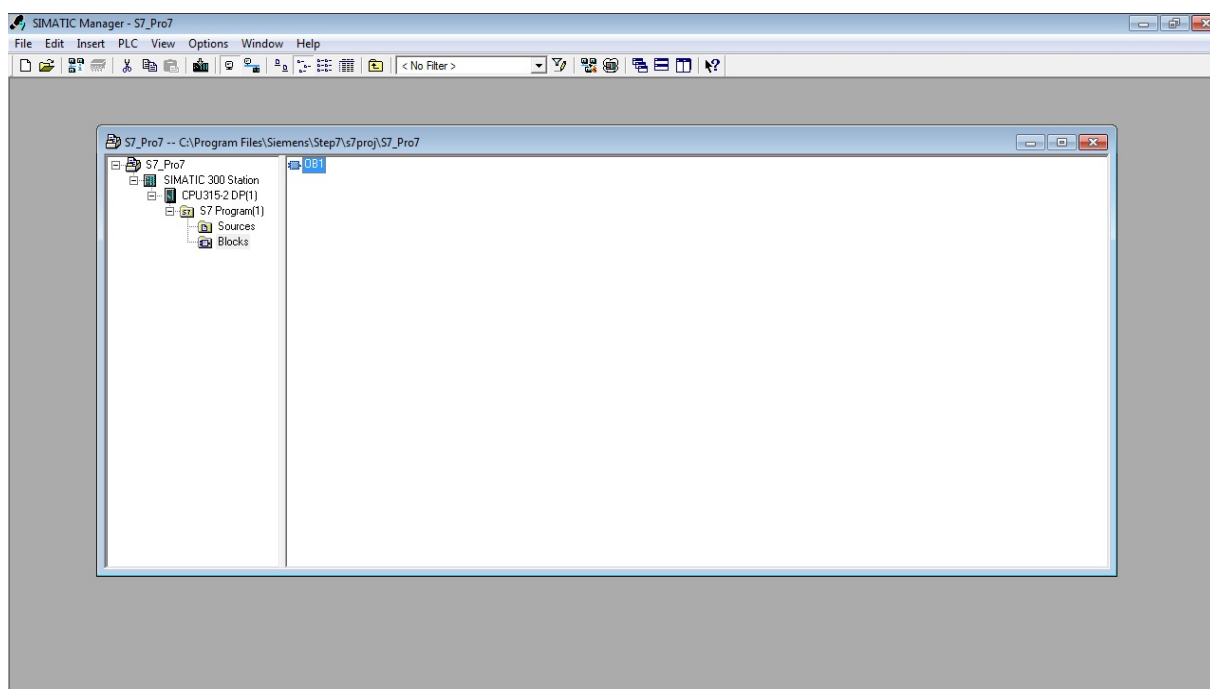
Pro instalaci měniče SEW-EURODRIVE MOVIDRIVE®MDX61B je třeba disponovat souborem **SEW_6003.GSD** nebo **SEW_600C.GSD**. Tyto soubory je možné stáhnout na stránkách výrobce měniče. GSD soubory obsahují standardizovaná data o konfiguraci a komunikačních



Obrázek 23: Vytvoření projektu - 3. krok



Obrázek 24: Vytvoření projektu - 4. krok



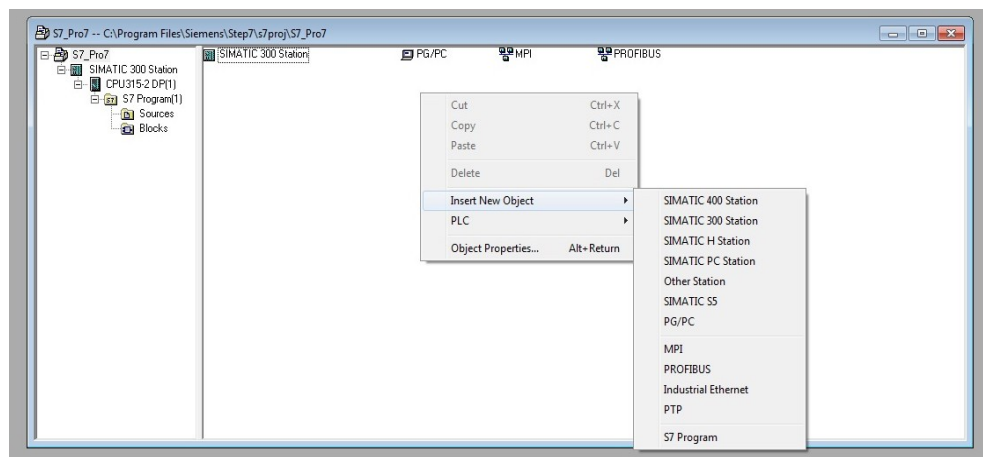
Obrázek 25: Okno projektu

schopnostech daného zařízení pro implementaci v programu STEP 7.

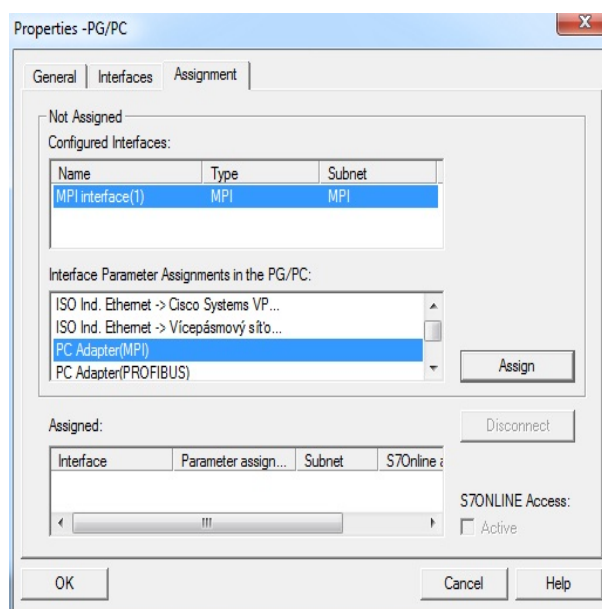
Nejprve je nutné otevřít hardwarovou konfiguraci a pomocí nabídky **Options** → **Install GSD File ...** nainstalovat soubor do implicitního umístění těchto souborů v prostředí STEP 7.

Síťové nastavení

Dále je nutné vytvořit síťové nastavení PLC. Z roletového katalogu na pravé straně obrazovky



Obrázek 26: Přidávání základních prvků



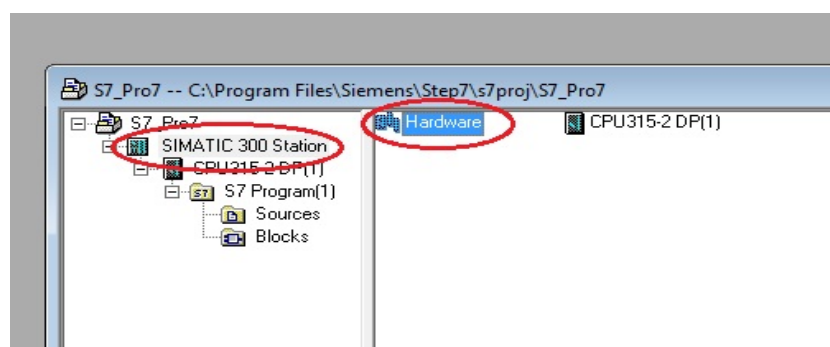
Obrázek 27: Nastavení PG/PC

je nutné nejdřív vybrat programovací stanici. Tu v tomto případě najdeme pod **Stations** → **PG/PC**. Této stanici je nutno přiřadit adresu. Adresa nesmí být však stejná jako MPI adresa použitého PLC! V úvodu vytvoření projektu byla pro PLC použita adresa 2, PG/PC má tedy např. hodnotu 3.

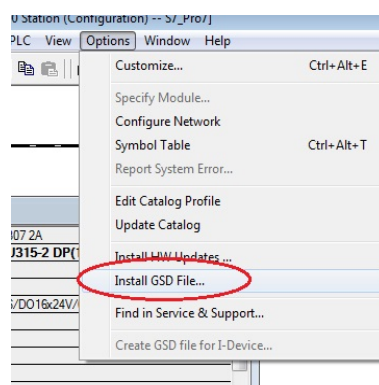
Objekt Simatic 300 Station je přidán do síťového nastavení automaticky. U spodní hrany každého síťového objektu jsou vidět adresy jednotlivých síťových sběrnic. V tomto případě je adresa MPI i PROFIBUSu přednastavena na hodnotu 2. Červený čtvereček u čísla adresy



Obrázek 28: Nejpoužívanější tlačítka



Obrázek 29: Spuštění hardwarové konfigurace



Obrázek 30: Instalace .GSD souboru

znamená, že se jedná o sběrnici MPI. Fialový pak ukazuje na sběrnici PROFIBUS. Jestliže jsou adresy PLC stanice i PG/PC stanice vhodně nastaveny, uchopíme tyto červené čtverečky

kurzorem a vytáhneme je až na sběrnici MPI. Tímto se tyto dva uzly logicky propojí.

Je nutné přidat sběrnici PROFIBUS. Tu najdeme v katalogu pod **Subnets** → **PROFIBUS**. Opět je ji táhnutím nebo dvojklikem nutné přesunout do schématu sítě. Poté jednoduchým kliknutím označit na Simatic 300 Station políčko s PROFIBUS sběrnici a následně umístit měnič do schématu. V případě špatného označení nebude možné měnič přidat, nebude totiž rozpoznán PROFIBUS DP Master systém. Měnič se nachází v katalogu pod **PROFIBUS DP** → **Additional Field Devices** → **Drives** → **SEW** → **MOVIDRIVE DFP21/MCH41**. Nastavení uložíme pomocí nabídky **Network** → **Save and Compile...** v programovém menu, kde následně zvolíme **Compile and check everything**.

Hardwarová konfigurace

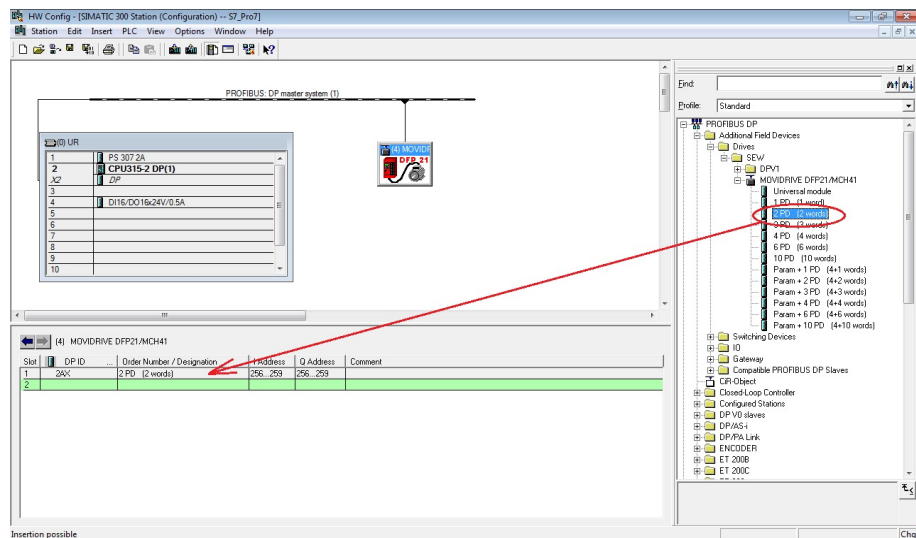
Po spuštění hardwarové konfigurace je nutné do rozvaděčového okna označeného jako "(0)UR" umístit všechny komponenty přímo připojené k PLC. Jedná se zejména o zdroj PS 307 2A, který najdeme v katalogu pod **Simatic 300** → **PS-300** → **PS 307 2A**. Tato položka se přetáhne do rozvaděčového okna na položku s číslem 1. Na druhém místě se už implicitně nachází CPU315-2DP. Na místě označeném jako X2, mezi 2. a 3. místem, se nachází DP (je chápáno jako PROFIBUS DP řadič sběrnice). 3. Místo je ponecháno volné a na 4. místě je umístěn blok digitálních vstupů a výstupů. Tento blok se nachází v **Simatic 300** → **SM-300** → **DI/DO-300** → **SM 323 DI16/DO16*24V/0.5A**. Pokud proběhla korektní síťová konfigurace, pak z rozvaděčového okna vychází sběrnice "PROFIBUS: DP master systém" na kterou je napojen měnič. Měnič musí být přetáhnut na tuto sběrnici z katalogu pod umístěním **PROFIBUS DP** → **Additional Field Devices** → **Drives** → **SEW** → **MOVIDRIVE DFP21/MCH41**. Následně je nutné na blok měniče kliknout a z katalogu přetáhnout vybranou kombinaci ovládání měniče (1 PD, 2 PD, ...). Tyto konfigurace se nacházejí v katalogu pod položkou **MOVIDRIVE DFP21/MCH41** (viz. Obrázek 32).

4.3.2 Programování PLC

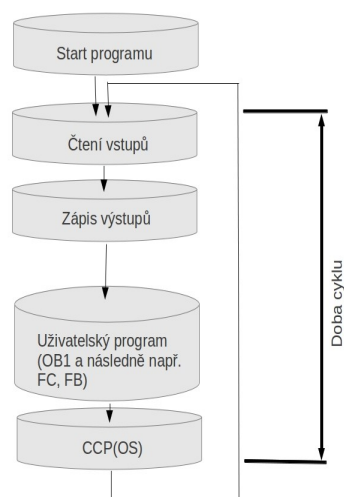
PLC je na rozdíl od objektového nebo procedurálního programování založeno na programování standardizovaných programových bloků. Tyto bloky jsou pak adekvátní specifickým funkcím používaným při např. procedurálním programování (např. jazyk C). Jsou tak například vyhrazeny bloky pro přerušení určitých periférií, časovače, sběrnice atd.

Vykonávání programu je podřízeno posloupnosti, na jejímž konci stojí CPP vestavěný operační systém PLC (viz. Obrázek 33).

Uživatelský program se skládá z cyklického bloku nazvaného OB1, ze kterého se pak volají bloky ostatní. Jedná se tak o jakousi obdobu funkce "main()" používané v řadě vyšších programovacích jazyků.

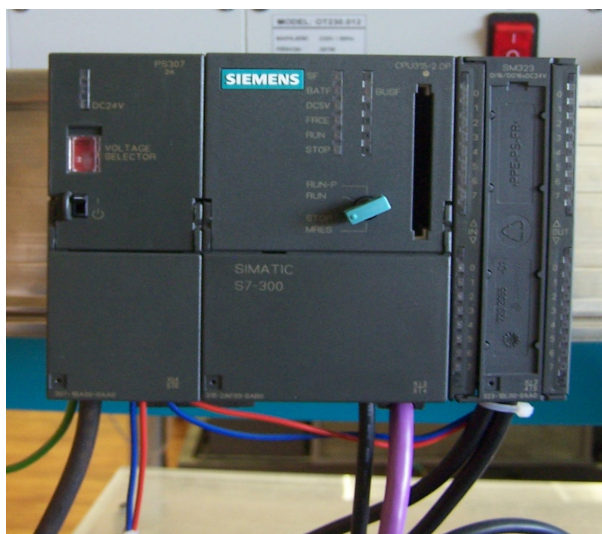


Obrázek 31: Hardwarová konfigurace



Obrázek 32: Běh programu v PLC

PLC je možné programovat jen pokud je připojeno k napájení a je zapnut zdroj. PLC se musí ještě nacházet buďto ve stavu STOP nebo RUN-P. První jmenovaný umožní nahrání programu při "zastavení běhu" PLC. RUN-P umožní nahrání programu do PLC a jeho plné ovládání(spuštění, přerušení programu, atd.) z prostředí STEP 7. Režim RUN slouží ke spuštění programu v PLC bez možnosti jeho modifikace. MRES slouží k resetu paměti programu v PLC, toto slouží k odladění chyb při komunikaci nebo programování.



Obrázek 33: Pohled na čelní panel PLC

BUSF	červená	chyba sběrnice
SF	červená	skupinová chyba, vnitřní závada CPU nebo modulu
BF	červená	závada v baterii(vybitá nebo nepřítomná)
DC5V	zelená	5V napájení pro CPU a sběrnici je aktivní
FRCE	žlutá	indikuje, že alespoň jeden vstup nebo výstup je trvale ovlivněn(FORCED)
RUN	zelená	svítí je-li CPU v pozici RUN, bliká při spouštění CPU($f=2\text{Hz}$); v pozici STOP bliká($f=0.5\text{Hz}$)
STOP	žlutá	svítí při režimu STOP; pomalu bliká při resetování paměti($f=0.5\text{Hz}$); rychle bliká v průběhu resetu paměti($f=2\text{Hz}$); pomalu bliká je-li nezbytné resetovat paměť z důvodu vsunutí paměťové karty

Tabulka 6: Tabulka znázornění stavů a chyb PLC Simatic S7 na čelním panelu

4.3.2.1 Programování podle normy IEC 61131-3

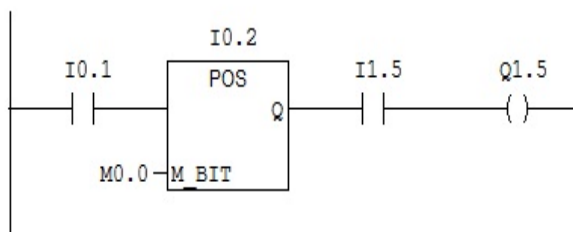
Norma IEC 61131-3 definuje základní jazyky, ve který je možno PLC programovat. U PLC Simatic S7 jsou těmito jazyky LD(Ladder Diagram), FBD(Function Block Diagram) a STL (Structured Text Language). Tyto jazyky jsou mezi sebou převeditelné a tak je běžnou praxí, že se při psaní programu různě kombinují podle vhodnosti a přehlednosti, s přihlédnutím k programovanému algoritmu.

Poloha	Znamená	Vysvětlení
RUN-P	Vykonávání programu	CPU zpracovává uživatelský program, je umožněn přístup z PC pro čtení i zápis
RUN	Vykonávání programu	CPU zpracovává uživatelský program, je umožněn přístup z PC pouze pro čtení
STOP	Zastavení provozu CPU	CPU nezpracovává uživatelský program
MRES	Reset paměti	Poloha přepínače pro vymazání dat.

Tabulka 7: Tabulka poloh přepínače funkcí na PLC Simatic S7

LD(Ladder Diagram)

LD, nebo také někdy označovaný jako LAD, je obdobou releových schémat převzatých z releových automatů.



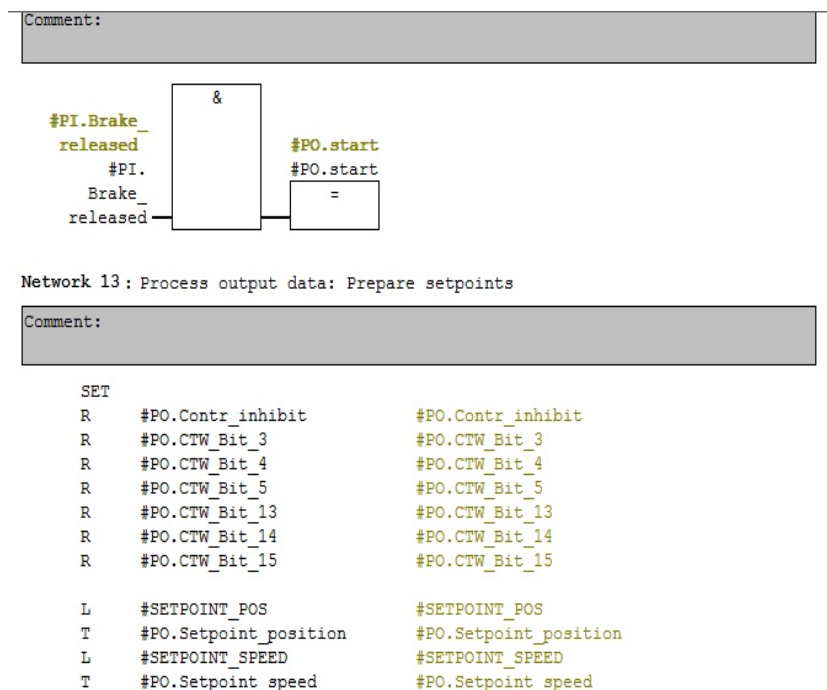
Obrázek 34: Ukázka v LD

FBD(Function Block Diagram) a STL(Structured Text Language)

FBD je obdobou logických schémat používaných při návrhu logických obvodů. Mezi nejčastěji používanými prvky programování v tomto jazyce tak nalezneme logické funkce jako AND nebo OR. STL tvoří textovou alternativu k LAD nebo FBD jazyku. Tento jazyk je založen na použití elementárních instrukcí určených pro PLC, jedná se tak o jazyk adekvátní jazyku symbolických adres s využitím u PLC. V tomto jazyce je vhodné provádět aritmetické operace kvůli přehlednosti těchto operací oproti oběma výše zmíněným programovacím jazykům.

Program pro řízení pohonu pomocí konfigurace 6 PD

Pro praktické ověření funkčnosti přenosu po sběrnici PROFIBUS a ověření schopnosti ovládat měnič SEW-EURODRIVE MOVIDRIVE® byl použit programový blok FC 100 a FC 140 dodávaný výrobcem měniče SEW-EURODRIVE. Tyto funkční bloky jsou uzpůsobeny pro komunikaci s měničem s konfigurací 6 PD. Jedná se tedy o přenos po PROFIBUS sběrnici pomocí funkcí SFC



Obrázek 35: Ukázka kódu, v horní části FBD, v dolní části STL

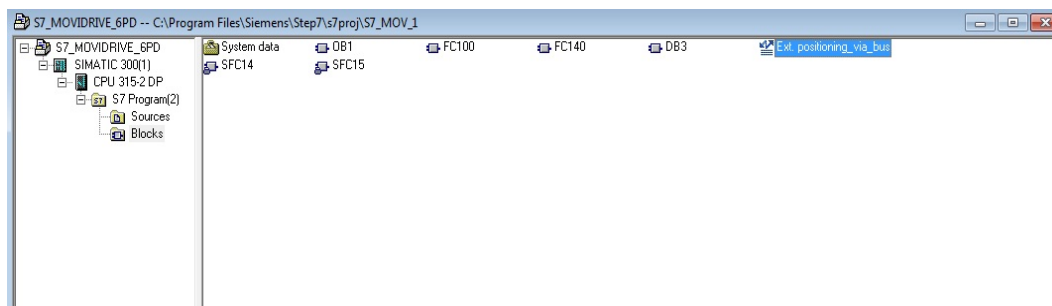
14 a SFC 15 k tomu určených. Přičemž SFC 14 je použita pro čtení, zatímco SFC 15 doplňuje zápis dat na sběrnici. V programu bylo uzpůsobeno ovládání pro účely pracoviště a jeho vybavení. Celý proces řízení pohonu se tak spouští spínačem na I1.0, který je umístěn na ovládacím panelu. Program umožňuje řízení otáček a směru otáčení. Tyto funkce jsou ovládány pomocí tabulky proměnných nebo funkce FC 100 z vývojového prostředí STEP 7.

V FC 100 je možné navolit velikost žádaných otáček motoru, nebo rozběhové a doběhové rampy. V tabulce proměnných, označené jako "Ext. positioning_via_bus" se proměnnou M 100.0 nebo M 100.1 dá navolit směr otáčení hřídele pohonu. Proměnná MW 220 zobrazuje skutečné otáčky. Po tomto základním nastavení a spuštění programu v prostředí STEP 7 je možné měnič zastavit nebo spustit spínačem na I1.0.

Program je upravenou variantou programu dodávaného výrobcem. Jedná se o program pro rozšířené polohování po sběrnici. Je psán kombinací jazyků FBD a STL. Celý projekt, včetně programu, je k dispozici v rámci přílohy číslo 1 pod názvem S7_MOVIDRIVE_6PD.

4.3.2.2 Programování vyšším programovacím jazykem SCL pro PLC

Pro vytvoření druhé praktické aplikace byl zvolen programovací jazyk SCL. Prostředí STEP 7 Professional disponuje možností psát programy i v tomto jazyce. Tento vyšší programovací jazyk



Obrázek 36: Projekt S7_MOVIDRIVE_6PD

```

16 ORGANIZATION_BLOCK OB1           // Volání OB1
17
18 VAR_TEMP
19   // Reserved
20   info : ARRAY[0..19] OF BYTE;     // Vstupní pole hodnot bloku OB1
21   // Temporary Variables
22   INDEX : INT;                     // Deklarace proměnné INDEX typu integer
23   TURNS : INT;                     // Deklarace proměnné TURNS(otáčky) typu integer
24   ACTUAL_TURNS : INT;              // Deklarace proměnné ACTUAL_TURNS(skutečné otáčky) typu integer
25   CONTROL_WORD_PO : WORD;          // Deklarace proměnné CONTROL_WORD_PO(výstupní slovo) typu word
26   CONTROL_WORD_PI : WORD;          // Deklarace proměnné CONTROL_WORD_PI(vstupní slovo) typu word
27   ACTUAL_SPEED : WORD;              // Deklarace proměnné ACTUAL_SPEED(skutečné otáčky) typu integer
28   SETPOINT_SPEED : WORD;           // Deklarace proměnné SETPOINT_SPEED(žádané otáčky) typu integer
29 END_VAR
30
31 BEGIN
32
33   TURNS := 0;                       // Nastavení proměnné TURNS(otáčky) na 0
34
35   IF I0.7 = TRUE THEN               // Jestliže je sepnut spínač na I0.7, pak
36     Q0.7 := TRUE;                  // rozsvít LEDku na Q0.7,
37     Q0.6 := TRUE;                  // rozsvít LEDku na Q0.6,
38     Q0.5 := FALSE;                 // zhasni LEDku na Q0.5,
39     FC17();                         // zavolej funkční blok FC17 pro ošetření zákmitu spínačů.
40

```

Obrázek 37: Ukázka kódu SCL v projektu S7_MOVIDRIVE_SCL_2PD

je určen k programování komplexních úloh. Jeho vzorem je jazyk Pascal, kterému se nápadně podobá i syntaxe tohoto jazyka. Všechny bloky určené k ovládání PLC(OB 1, atd.) mohou být psány v jednom textovém souboru pod sebou. Po přidání do projektu pod složku "Sources" se ve složce "Blocks" objeví jednotlivé naprogramované bloky. Volání jednotlivých bloků z OB 1 se podobá volání funkcí z jazyka Pascal. Prostředí jazyka SCL disponuje množstvím užitečných předprogramovaných funkcí, jako např. převod reálného čísla integer na datový typ word a podobně. Pomocí tohoto jazyka lze vytvořit stejný program jako s použitím programovacích jazyků normy IEC 61131-3, ale mezi těmito jazyky se nelze v průběhu psaní programu tak snadno přepínat.

Program pro řízení pohonu pomocí konfigurace 2 PD

Program pro ovládání měniče pomocí dvou procesních slov se opírá o komunikaci se sběrnici pomocí portů. Těmito porty jsou výstupní PQW 256 a PQW 258, a vstupní PIW 256 a PIW 258. Vstupní porty nejsou v programu fakticky použity. Je však naznačeno jejich použití pro možnost

případného zpracování. Na port PQW 256 je odesíláno kontrolní slovo, zatímco na PQW 258 je zadávána hodnota žádaných otáček pohonu. Na PIW 256 je z měniče posíláno stavové slovo a na PIW 258 skutečné otáčky pohonu.

Pro nastavení otáček pohonu v této úloze byl zvolen ovládací panel s 16 spínači a 16 indikátory stavu v podobě LED diod. Tento panel je spojen s PLC přes modul digitálních vstupů/výstupů.

Spínač na I0.7 slouží k zapnutí/vypnutí pohonu, Q0.6 slouží k indikaci zapnutí pohonu, kdežto Q0.5 k indikaci vypnutého pohonu. Spínače I1.7 až I1.0 slouží k nastavení rychlosti pohonu. Rychlost pohonu je nastavována přepínači polohou vypnuto-zapnuto, tedy binárně 1 nebo 0. Kombinace 8 spínačů je tedy reprezentována jako bitová kombinace 8 bitů. V 8-bitovém slově se vyskytuje 256 možných kombinací. Při omezení měniče na 1500 otáček za minutu z toho vyplývá ovládání pomocí těchto spínačů s nejmenším krokem cca 6 otáček za minutu. Nejnižších otáček je dosaženo na spínači I1.0, zatímco horní polovina spektra otáček je dostupná sepnutím spínače I1.7. Program je psán tak, že otáčky je možné měnit i v průběhu chodu pohonu.

Aplikace je tak plně ovladatelná bez použití PC. Program je nahrán pouze v PLC. Na této konfiguraci bylo provedeno měření jak komunikace po sběrnici PROFIBUS, tak i náběhových a doběhových ramp pohonu, které byly přednastaveny v měniči. Tato měření byla prováděna pod softwarem MT-Manager společnosti SEW-EURODRIVE z balíku MOVITOOLS®. Pro měření bylo využito doplňků "Bus monitor" a "Scope", které jsou součástí balíku MOVITOOLS®.

Program i projekt jako celek jsou součástí přílohy č.2. Průběhy z měření jsou uvedeny pod přílohou č.3.



Obrázek 38: Ovládací panel

5 Závěr

Úvodní část této diplomové práce je věnována programovatelným automatům, jejich popisu a vysvětlením základních charakteristik a trendů v této technice. Rovněž jsou zde zmíněny výhody i nevýhody této techniky a byla popsána tato problematika jak z hlediska komunikace, výpočetního výkonu, tak i spolehlivosti a diagnostiky. Dále se tato kapitola věnovala programovatelným automatům firmy Siemens AG a jejich popisu a výkonnostnímu srovnání. V závěru této kapitoly bylo popsáno programové vybavení dodávané s těmito systémy a rozebrána návaznost na systémy HMI/SCADA.

Střední část diplomové práce je popisem sběrnice PROFIBUS. Jedná se zejména o vysvětlení základní funkce, výhod a aplikací této sběrnice. Je vysvětlena jak spojitost s referenčním modelem OSI, tak možné způsoby přenosu po různých médiích po této sběrnici. Dále se tato kapitola zaměřuje na komunikační protokol, kterým tato sběrnice komunikuje, použití a profily provozu které přímo souvisí s technikou elektrických pohonů.

Poslední část tohoto dokumentu pojednává o realizaci praktických aplikací s programovatelným automatem Simatic S7-300 a měničem SEW-EURODRIVE MOVIDRIVE®MDX61B a o všech relevantních informacích, které by bylo pro vytvoření takovýchto úloh nezbytné zmínit. Na základě praktických aplikací byla ověřena funkčnost měniče SEW-EURODRIVE MOVIDRIVE®MDX61B s programovatelným automatem Simatic S7-300 s CPU 315-2DP. Byly zhotoveny dvě aplikace, které využily jiných nastavení a komunikačních konfigurací měniče. Ten spadá do komunikačního profilu určeného pro pohonovou techniku PROFIdrive a komunikačního kanálu MOVILINK®. První z těchto programů byl vytvořen na základě funkčních bloků poskytnutých výrobcem. Druhý program byl napsán s ohledem na moderní trendy v automatizaci, ve vyšším programovacím jazyce SCL. Osobně spatřuji programování v jazyce SCL mnohem srozumitelnější a prakticky snáze využitelné, než jazyky běžně používané. Celá praktická realizace byla zakončena měřením provedeným na softwarovém vybavení dodávaném výrobcem měniče.

Tato diplomová práce prakticky prokázala vhodnost použití techniky programovatelných automatů v kombinaci s frekvenčními měniči řízenými po sběrnici PROFIBUS. Bylo vytvořeno pracoviště, které k tomuto účelu disponuje jak hardwarovými, tak softwarovými prostředky. Další možnosti rozšíření tohoto pracoviště spatřuji v aplikaci vizualizační techniky na bázi systémů HMI/SCADA. Při použití moderních programovacích nástrojů a výkonného programovatelného automatu by se tak tento systém mohl podílet nejen na řízení a vizualizaci, ale také na regulaci.

Literatura

- [1] *PROFIBUS System Description - Technology and Application*. Karlsruhe, Germany: PROFIBUS Nutzerorganisation e.V., srpen 2007 [cit. 2011-05-02]. 22 stran. Dostupné z WWW : <<http://www.profibus.com/nc/downloads/downloads/profibus-technology-and-application-system-description/display/>>
- [2] *PROFIdrive Technology and Application - System Description*. Karlsruhe, Germany: PROFIBUS Nutzerorganisation e.V., srpen 2007 [cit. 2011-05-02]. 16 stran. Dostupné z WWW : <<http://www.profibus.com/nc/downloads/downloads/profidrive-technology-and-application-system-description/display>>
- [3] *SEW-EURODRIVE MOVIDRIVE[®] MDX61B rozraní průmyslových sběrnic DFP21B PROFIBUS DP (12MBd)*. Buchsal, Germany: SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG, květen 2004 [cit. 2011-05-02]. 55 stan. Dostupné z WWW : <<http://sew-eurodrive.com/download/pdf/11256966.pdf>>
- [4] *GSD file information for MOVIDRIVE MD_ 60 with p.c.b. DFP21 and MOVIDRIVE MCH41*. Buchsal, Germany: SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG, březen 2001 [cit. 2011-05-02]. 15 stran. Dostupné z WWW : <http://www.sew-eurodrive.de/download/soft/gsd_dfp21_v300.zip>
- [5] *SIMATIC Working with STEP 7 Getting Started*. NÜRNBERG, Germany: Siemens AG Automation and Drives, 2006 [cit. 2011-05-02]. 112 stran. Dostupné z WWW : <<http://www.pacontrol.com/siemens-manuals/Simatic-Working-with-STEP-7.pdf>>
- [6] *SIMATIC S7-SCL V5.3 for S7-300/400*. NÜRNBERG, Germany: Siemens AG Automation and Drives, 2005 [cit. 2011-05-02]. 394 stran. Dostupné z WWW : <http://cache.automation.siemens.com/dnl/TY1NDQ0MQAA_5581793_HB/SCL_i.pdf>
- [7] Ing. Jiří KOZIOREK, Ph.D., Bc. Libor CHROMČÁK; *Logické systémy řízení*. 1. vydání. VŠB-TUO : Ediční středisko VŠB-TUO, 2007. 370 stran. ISBN 978-80-248-1490-2
- [8] Igor BÉLAI; *Riadiaci systém SIMATIC S7-300*. 1. vydání. Bratislava. STU FEI : 2004. 120 stran. Dostupné z WWW : <http://www.kar.elf.stuba.sk/predmety/pkom/Literatura/Riadiaci_system_SIMATIC_S7-300_pwd.pdf> . ISBN 978-80-248-1490-2 .
- [9] www.foxon.cz [online]. 2011 [cit. 2011-05-02]. *Kurz programování PLC SIEMENS Simatic S7-300*. Dostupné z WWW: <http://www.foxon.cz/index.php?main_page=faq_info&fcPath=30_31&faqs_id=167ca>

Seznam příloh

Příloha č.1 - Projekt a program S7_MOVIDRIVE.6PD pro PLC Simatic S7-300

Příloha č.2 - Projekt a program S7_MOVIDRIVE.SCL.2PD pro PLC Simatic S7-300

Příloha č.3 - Grafy a průběhy měření na sběrnici PROFIBUS

Seznam obrázků

Seznam tabulek